EDISI REVISI 2018

ILMU PENGETAHUAN ALAM

SMP/MTs
KELAS
IX
SEMESTER 2

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Ilmu Pengetahuan Alam / Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- . Edisi Revisi
Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018.
xviii, 278 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas IX
ISBN 978-602-282-314-8 (jilid lengkap)
ISBN 978-602-282-320-9 (jilid 3b)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Penulis : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari, Hamim T. Mahfudhillah, Alifa Robitah, Zenia L. Kurniawati, Fatia Rosyida, dan Mar'atus Sholihah.

Penelaah : Ana Ratna Wulan, Herawati Susilo, I Made Padri, Dadan Rosana, Enny Ratnaningsih, Maria Paristiowati, I Nyoman Marsih, dan Ahmad Mudzakir.

Pe-*review* : Ida Rokhayati

Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Cetakan Ke-1, 2015 (ISBN 978-602-282-768-9)
Cetakan Ke-2, 2018 (Edisi Revisi)
Disusun dengan huruf Georgia, 12 pt.

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi peserta didik dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, sebagian besar mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi peserta didik SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi peserta didik SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas IX SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student Assessment*). Melalui penilaian internasional seperti ini, kita dapat mengetahui kualitas pembelajaran IPA di Indonesia dibandingkan dengan negara -negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh. Untuk setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan hingga menjadikan peserta didik terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak. Selain itu, peserta didik diarahkan agar mampu bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, peserta didik didorong untuk berani mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap peserta didik dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkaya kegiatan dengan mengkreasi bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka atas berbagai masukan dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan buku ini. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan pengetahuan terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Tim Penulis

Daftar Isi

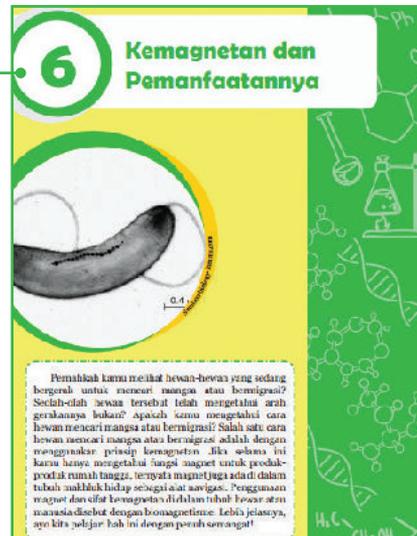
Daftar Gambar

Gambar

Petunjuk Penggunaan Buku

Sebelum kamu menggunakan buku ini, kamu perlu membaca bagian petunjuk ini. Mengapa diperlukan? Ibarat kamu bermain di tempat wisata, kamu tentunya ingin memanfaatkan fasilitas yang ada di tempat wisata tersebut bukan? Tentunya, agar tujuan tersebut tercapai kamu akan membaca peta yang menunjukkan tempat fasilitas-fasilitas itu berada. Begitu juga dengan buku ini. Jika kamu ingin memperoleh manfaat yang maksimal dari buku ini tentu merupakan tindakan yang bijak jika kamu benar-benar memperhatikan dan memahami bagian petunjuk penggunaan buku ini. Selamat mempelajari!

Bagian ini merupakan awal dari setiap bab, berisi judul bab serta hal-hal yang ada di lingkungan yang terkait materi yang akan dipelajari.

Pada bagian awal setiap bab kamu akan diajak untuk memikirkan ciptaan dan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa, agar kamu dapat meningkatkan keimanan, ketaqwaaan, dan hal-hal di lingkungan yang berkaitan dengan materi sehingga kamu tertarik untuk mempelajari materi yang akan disajikan.

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan
diberi kesempatan untuk lahir di dunia dan
berbagai ciptaan-Nya. Pada awalnya, manu
selanjutnya sel tersebut mengalami pembelal
sehingga pada saat dewasa manusia memili

Fitur ini memberikan gambaran kepada kamu hal-hal yang harus dikuasai setelah mempelajari bab yang berkaitan.

Fitur ini memberikan informasi istilah-istilah penting yang menjadi pokok pembahasan pada materi yang akan dipelajari.

Fitur ini memberikan landasan pentingnya mempelajari materi yang akan dipelajari.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.1 Sifat Magnet Bahan

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah magnet batang
2. Benda di dalam kelas (pensil, pulpen, mistar, gunting, karet penghapus)
3. 1 buah paku besi
4. 1 buah paku baja
5. 1 wadah aluminium
6. 1 buah sendok *stainless*
7. 5 cm timah
8. Garam secukupnya
9. 30 cm benang wol atau tali
10. 1 buah statif

Fitur ini memberikan panduan percobaan sederhana atau aktivitas untuk membantu kamu dalam memahami prinsip atau konsep. Aktivitas ini dapat dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru.

Fitur ini memberikan pengetahuan tambahan yang berkaitan dengan materi yang dipelajari. Banyak hal unik dan menarik yang disajikan dalam fitur ini.

Selain menggunakan *rennet*, untuk menggumpalkan protein kasein juga dapat menggunakan enzim protease yang dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya pada tumbuhan kaper (*Capparis spinosa* L.), utrika (*Urtica dioica* L.), cinera (*Carduus nutans* L.), dan malva (*Malva sylvestris*) serta enzim protease dari jamur *Rhizomucor miehei*.

Ayo, Kita Pikirkan!

Bagaimanakah cara kerja MRI hingga dapat mencitrakan kondisi kesehatan tulang manusia tanpa melalui prosedur pembedahan?

Fitur ini berisi pertanyaan menantang terkait materi yang dipelajari. Fitur ini juga dapat melatih kemampuanmu dalam berpikir dan dapat memotivasi kamu untuk dapat mencari jawabannya.

Hewan lain yang memanfaatkan medan magnet bumi untuk melakukan migrasi adalah paus. Sayangnya, migrasi yang dilakukan oleh paus tidak seberuntung hewan lain, karena dalam perjalanannya banyak kawanan paus yang tersesat. Kamu mungkin pernah melihat berita di televisi atau membaca di koran tentang

Fitur ini berisi suatu masalah yang berkaitan dengan konsep yang perlu untuk dipecahkan melalui kegiatan kelompok. Fitur ini dapat melatih kamu dalam mengungkapkan pendapat atau berkomunikasi dan memecahkan masalah.

Ayo, Kita Selesaikan

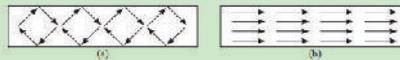
Soal Latihan Gaya Lorentz

1. Sebuah kawat penghantar memiliki panjang 12 m tegak lurus berada dalam sebuah medan magnet sebesar 90 tesla. Jika kuat arus listrik yang mengalir pada kawat sebesar 0,02 mA, berapakah besar gaya Lorentz-nya?

Fitur ini berisi soal-soal atau pertanyaan untuk mengetahui tingkat pemahamanmu terhadap sebagian materi yang telah dipelajari.

Ayo, Kita Pahami

Cobalah ingat magnet elementer pada Gambar 6.9! Besi dan baja dapat dijadikan magnet jika magnet elementernya tersusun rapi dan kutub-kutub yang senama menghadap ke arah yang sama! Coba cermati Gambar 6.13 agar dapat memahami konsep partikel elementer pada benda yang disajikan magnet!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.13 (a) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja Sebelum Menjadi Magnet, (b) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja yang Telah Menjadi Magnet

Fitur ini berisi uraian singkat konsep penting yang terkait dengan materi yang dipelajari.

Ayo, Kita Cari Tahu

Setelah mengetahui betapa pentingnya peranan tanah bagi kelangsungan hidup organisme, coba cari tahu aktivitas apa yang dapat kita lakukan untuk menjaga tanah agar tetap lestari dan dapat menjalankan peranannya dengan baik? Kamu juga dapat bertanya pada orang tuamu untuk membantumu.

Fitur ini berisi tugas atau permasalahan yang perlu untuk dicari jawabannya atau untuk mencari pengetahuan tambahan terkait materi yang dipelajari

Rangkuman

1. Magnet adalah benda yang memiliki kemampuan dapat menarik benda lain. Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik menarik.
2. Lobster duri, bakteri, merpati, elang, salmon, dan penyu laut memanfaatkan prinsip medan magnet bumi untuk navigasi, menghindari predator, dan mencari mangsa.
3. Gaya magnet ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik seperti elektron dan proton (partikel elementer penyusun magnet).
4. Berdasarkan kekuatan magnet untuk menarik benda, bahan magnet dibagi menjadi tiga, yaitu feromagnetik, diamagnetik, dan paramagnetik.
5. Magnet dapat dibuat dengan cara menggosok, induksi (mendekatkan), dan induksi elektromagnetik.
6. Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti magnet dengan arus searah atau AC.
7. Interaksi kawat berarus dalam sebuah medan magnet akan menghasilkan gaya, yang disebut sebagai Gaya Lorentz.
8. Besarnya Gaya Lorentz dipengaruhi oleh besarnya kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari adalah motor listrik, bel listrik, relai, dan telepon kawat.

Ayo, Kita Renungkan

Setelah kita belajar tentang tanah kita menjadi tahu bahwa tanah yang kita injak setiap hari merupakan tempat tinggal milyaran makhluk hidup yang sangat berperan dalam menjaga kelangsungan hidup di bumi. Makhluk hidup yang tak tampak oleh penglihatan kita bukanlah makhluk hidup yang tidak berguna, justru organisme itulah yang membantu menyediakan nutrisi untuk tumbuh-tumbuhan. Kita sebagai manusia hendaknya dapat bersikap bijak dalam menjaga tanah sebagai tempat hidup makhluk di bumi. Sudah menjadi tugas kita menjaga kelestarian tanah dengan mengolah tanah dengan baik, menjaga tanah agar tidak terkena erosi, tidak mencemari tanah dengan sampah-sampah yang mengganggu kehidupan organisme dalam tanah.

Kita juga patut bersyukur kepada Tuhan karena telah memberikan anugerah tempat tinggal di bumi yang begitu subur, maka sudah sepatutnya kita dapat hidup selaras dengan makhluk hidup lainnya di bumi. Marilah kita menjaga tanah tempat tinggal kita agar mekanisme kehidupan tetap berjalan dengan baik dan semua makhluk hidup dapat menjalankan perannya masing-masing dengan seimbang.

Fitur ini berisi ringkasan materi dari bab yang telah dipelajari. Kamu dapat mereview keseluruhan materi yang telah dipelajari melalui fitur ini.

Fitur ini berisi hal-hal yang berhubungan dengan kebesaran Tuhan dan hal-hal yang perlu untuk dihayati dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Fitur ini menjelaskan alur pemikiran bab yang telah dipelajari. Fitur ini dapat membantumu untuk melihat hubungan konsep-konsep yang telah dipelajari, dan dapat dijadikan panduan tentang konsep-konsep penting mana yang belum dipahami.

Fitur ini memberikan wawasan tentang para ilmuwan terdahulu yang telah berjasa dalam menyumbangkan ilmu pengetahuan terkait materi yang dibahas sekaligus sebagai motivasi bagimu untuk memperdalam ilmu.

Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Magnet berikut ini yang bekerja dengan memanfaatkan medan magnet bumi adalah ....
   A. magnet U
   B. magnet jarum
   C. magnet batang
   D. magnet ladam
2. Perhatikan gambar berikut!

   (a) (b)

   Jika sebuah magnet batang dipotong, maka keberadaan kutubnya ....
   A. bagian b tidak memiliki kutub
   B. bagian a memiliki kutub utara dan selatan
   C. bagian a hanya akan memiliki kutub utara saja
   D. bagian a dan b masing-masing hanya memiliki satu jenis kutub saja

Fitur ini berisi soal-soal untuk mengevaluasi pemahaman dan penerapan konsep dalam satu bab yang telah dipelajari.

- **Permasalahan**
  Perubahan medan magnet dapat menghasilkan listrik, yang disebut dengan induksi elektromagnetik. Listrik dapat dihasilkan dengan cara menggerakkan magnet batang keluar masuk kumparan. Temuan ini diterapkan pada generator listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik.
- **Perencanaan**
  Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 siswa. Carilah informasi sebanyak-banyaknya di perpustakaan atau internet tentang cara pembuatan generator sederhana. Setelah mendapatkan informasi yang tepat, rancanglah bentuk dan sistem kerja generatormu. Tuliskan perencanaanmu yang meliputi gambar, langkah kerja/cara membuat, dan alat bahan. Kemudian konsultasikan rancangan yang telah kamu buat kepada gurumu.

Fitur ini berisi petunjuk aktivitas agar kamu dapat mengaplikasikan konsep-konsep dan memecahkan suatu permasalahan. Aktivitas ini dapat dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru.

Informasi Pelaku Penerbitan

Penulis 1

Fitur ini berisi identitas pribadi, riwayat profesi, pendidikan, dan hasil penelitian penulis maupun penelaah buku, serta kontak pribadi yang dapat dihubungi apabila terdapat hal yang ingin disampaikan atau ditanyakan.

Daftar Pustaka

Fitur ini berisi daftar buku, artikel, atau sumber lain yang digunakan dalam pembuatan buku. Sumber-sumber tersebut dapat dibaca lebih lanjut jika ingin mendapatkan materi yang lebih mendalam

Glosarium

A

AC (*alternating current*) Arus listrik bolak-balik

Anion Ion yang bermuatan negative seperti ion Cl

Antibodi monoklonal Antibodi yang spesifik untuk satu jenis antigen. Antibodi ini dihasilkan dari satu jenis sel limfosit B yang merupakan hasil kloning dari sel induk

Aurora Fenomena alam pada lapisan ionosfer yang terjadi akibat ionisasi elektron dari partikel-partikel yang menabrak atmosfer bumi

Glosarium ini terdapat pada akhir buku, berisi penjelasan istilah-istilah penting yang ada dalam buku dan tersusun menurut abjad.

Indeks

Indeks ini terdapat pada akhir buku, berisi penjelasan daftar kata atau istilah penting yang terdapat dalam buku dan tersusun menurut abjad, yang memberikan informasi mengenai halaman kata atau istilah tersebut dapat ditemukan. Dengan menggunakan indeks, kamu dapat menemukan penjelasan suatu konsep dalam buku secara cepat.

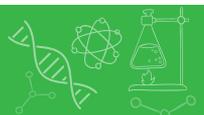
Motivasi untuk Ananda

Ananda, pendidikan merupakan hal yang penting dalam perkembangan dan peradaban suatu bangsa. Setelah terjadi pengeboman di Hiroshima dan Nagasaki pada tahun 1945, tahukah Ananda, apa hal pertama yang dipertanyakan oleh Perdana Menteri Jepang pada saat itu? Pertanyaan pertama adalah berapa jumlah guru yang tersisa. Tahukah Ananda, bahwa setelah pengeboman tersebut, bangsa Jepang dengan cepat memperbaiki segala kerusakan dan terus berkembang, sehingga saat ini menjadi salah satu negara maju dan mampu menciptakan berbagai teknologi yang sudah menyebar ke seluruh penjuru dunia. Menurut Ananda, mengapa Perdana Menteri Jepang menanyakan mengenai jumlah guru? Tahukah Ananda, guru memiliki peran penting dalam hal perbaikan bangsa melalui pendidikan?

Pendidikan merupakan hal yang sangat penting dalam perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Di masa depan, Anandalah yang berperan lebih besar bagi kemajuan bangsa, melalui proses pendidikan saat ini. Ananda merupakan aktor dalam proses pendidikan. Oleh karena itu, bersungguh-sungguhlah dalam belajar. Mengapa belajar itu penting? Karena dengan belajar, Ananda akan banyak mendapatkan pengetahuan dan ilmu, juga menambah keterampilan yang akan memperbanyak pengalaman Ananda. Jika Ananda telah memiliki banyak pengetahuan, ilmu, keterampilan, dan pengalaman, bagaimana selanjutnya? Ananda akan lebih mampu mengembangkan diri, mampu menciptakan inovasi-inovasi, dan tentunya Ananda akan dapat ikut berjuang dalam membangun bangsa Indonesia yang lebih maju dan sejahtera!

Selamat Belajar dan Berjuang Ananda!

6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya

Sumber: biology-forums.com

Pernahkah kamu melihat hewan-hewan yang sedang bergerak untuk mencari mangsa atau bermigrasi? Seolah-olah hewan tersebut telah mengetahui arah gerakannya bukan? Apakah kamu mengetahui cara hewan mencari mangsa atau bermigrasi? Salah satu cara hewan mencari mangsa atau bermigrasi adalah dengan menggunakan prinsip kemagnetan. Jika selama ini kamu hanya mengetahui fungsi magnet untuk produk-produk rumah tangga, ternyata magnet juga ada di dalam tubuh makhluk hidup sebagai alat navigasi. Penggunaan magnet dan sifat kemagnetan di dalam tubuh hewan atau manusia disebut dengan biomagnetisme. Lebih jelasnya, ayo kita pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Setiap wilayah di belahan bumi mengalami perubahan musim setiap tahunnya. Masih ingatkah kamu apa yang menyebabkan perubahan musim dan dampaknya bagi kehidupan di bumi? Perubahan musim di bumi berdampak pada kehidupan makhluk hidup, termasuk di antaranya hewan. Terdapat berbagai hewan yang hidup di darat, air, dan udara melakukan perpindahan tempat pada musim tertentu untuk mempertahankan kehidupannya. Perpindahan tempat yang dimaksud dikenal dengan migrasi.

Migrasi dilakukan hewan melalui jalur yang hampir sama setiap tahunnya. Beberapa hewan yang sering melakukan migrasi adalah burung, ikan salmon, dan paus. Pernahkah kamu memikirkan cara hewan melakukan migrasi? Mengapa pada saat migrasi, hewan tidak salah arah atau tersesat? Padahal, hewan-hewan tersebut tidak memiliki alat penyearah atau *Global Positioning System* (*GPS*) seperti yang sering digunakan masyarakat saat ini untuk menentukan posisi dan arah menuju tempat tujuan. Tuhan Maha Kuasa, meskipun hewan tersebut tidak memiliki GPS, tetapi telah dilengkapi alat navigasi khusus yang dapat berfungsi sebagai GPS dengan memanfaatkan medan magnet bumi. Kamu tentu ingin mengetahuinya bukan? Oleh karena itu, ayo pelajari materi ini dengan penuh antusias!

A. Pemanfaatan Medan Magnet pada Migrasi Hewan

Ayo, Kita Pelajari

- Kemagnetan dalam tubuh hewan
- Migrasi hewan

Istilah Penting

- Biomagnetik
- Navigasi
- Migrasi

Mengapa Penting?

Setelah kamu mempelajari bab ini, kamu akan memahami konsep magnet dan pemanfaatannya, serta mengetahui bahwa magnet merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan makhluk hidup.

Kehidupan makhluk hidup di bumi sangat dipengaruhi oleh medan magnet bumi. Medan magnet bumi adalah daerah di sekitar bumi yang masih dipengaruhi oleh gaya tarik bumi. Sebagian besar hewan memanfaatkan medan magnet bumi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Medan magnet bumi dapat memengaruhi

batang magnet yang diletakkan bebas di sekitar permukaan bumi. Tahukah kamu, mengapa di utara bumi ada kutub selatan magnet bumi dan di selatan bumi ada kutub utara magnet bumi? Cobalah mencari jawabannya dengan membuka kembali Buku Siswa kelas VII!

Hewan mampu mendeteksi medan magnet bumi karena di dalam tubuh hewan terdapat magnet. Fenomena tersebut dinamakan biomagnetik. Selain itu, medan magnet bumi dapat membantu hewan dalam menentukan arah migrasi, mempermudah upaya mencari mangsa, atau menghindari musuh. Tahukah kamu hewan apa saja yang melakukan migrasi dengan memanfaatkan medan magnet bumi? Ayo kita pelajari subbab ini dengan penuh semangat!

1. Migrasi Burung

Beberapa jenis burung, misal burung elang dan burung layang-layang, melakukan migrasi pada tiap musim tertentu. Burung tersebut menggunakan partikel magnetik yang ada pada tubuhnya untuk menciptakan "peta" navigasi dengan memanfaatkan medan magnet bumi.

Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 6.1 Migrasi Burung

Medan magnet bumi juga digunakan burung merpati pos. Pada zaman dahulu, burung merpati sering dimanfaatkan sebagai kurir surat. Bagaimanakah cara merpati untuk mengetahui jalan pulang? Ternyata merpati memanfaatkan medan magnet bumi sebagai penunjuk arah pulang. Hal ini ditunjukkan hasil penelitian Comel pada tahun 1974 yang memasang magnet di kepala burung merpati. Ternyata, setelah dipasang magnet pada kepalanya, burung merpati tiba-tiba kehilangan arah dan tidak mengetahui jalan pulang. Mengapa pemasangan magnet

pada kepala burung menyebabkan burung tersesat? Diskusikan hal ini dengan temanmu atau cari jawabannya pada berbagai sumber yang dapat kamu peroleh!

2. Migrasi Ikan Salmon

Tahukah kamu ikan salmon? Ikan salmon adalah ikan yang hidup di Samudra Atlantik dan Samudra Pasifik. Ikan salmon merupakan ikan yang melakukan migrasi untuk berkembang biak. Ikan salmon memiliki kemampuan untuk kembali ke aliran sungai air tawar tempat awal mereka menetas dan tumbuh setelah berenang ribuan kilometer mengarungi lautan. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa ikan salmon yang melewati Sungai Fraser di Kanada dapat kembali lagi ke Sungai Fraser setelah dua tahun bermigrasi mengarungi Samudra Pasifik. Hal ini karena sungai Fraser memiliki medan magnet tertentu yang dapat dideteksi oleh ikan salmon.

Sumber: imgkid.com

Gambar 6.2 Migrasi Ikan Salmon

3. Migrasi Penyu

Penyu memulai dan mengakhiri migrasi di Pantai Timur Florida Amerika Serikat. Jalur migrasi sepanjang 12.900 km melewati Laut Sargasso, wilayah perairan Laut Atlantik Utara. Waktu yang dibutuhkan untuk sekali migrasi antara 5-10 tahun. Tidak seperti migrasi hewan lain yang umumnya dilakukan secara berkelompok, penyu bermigrasi sendiri tanpa mengikuti penyu lain.

Seorang peneliti yang bernama Kenneth Lohmann dari Universitas Carolina Utara mempelajari tingkah laku tukik atau anak penyu saat

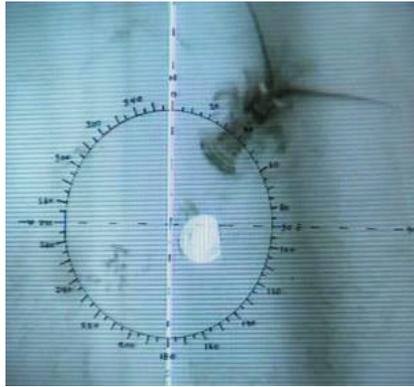
dihadapkan dengan medan magnet yang berbeda-beda. Peneliti tersebut meletakkan penyu ke dalam sebuah wadah air yang dikelilingi alat yang dapat menimbulkan medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan disesuaikan dengan medan magnet jalur migrasi penyu, yaitu wilayah Florida utara, wilayah timur laut dekat Portugal. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penyu mengikuti jalur migrasi yang diberikan.

Sumber: www.costarica-scuba.com

Gambar 6.3 Penyu yang Bermigrasi

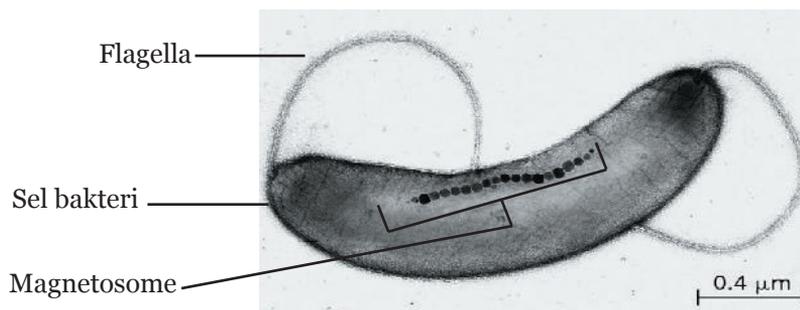
Ketika penyu mendeteksi medan magnet yang mirip dengan medan magnet wilayah dekat Portugal, penyu akan berenang menuju selatan ke arah Portugal. Pergerakan penyu dalam mengikuti jalur medan magnet bertujuan untuk menjaga penyu agar tetap berada di lautan yang hangat dan wilayah yang kaya akan sumber makanan.

4. Migrasi Lobster Duri

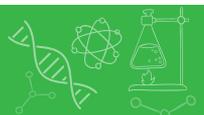
Pernahkah kamu melihat lobster? Ada banyak jenis lobster, salah satunya yaitu lobster duri. Lobster ini merupakan jenis lobster air laut yang melakukan migrasi. Kenneth Lohmann meneliti kemampuan lobster duri untuk mendeteksi medan magnet dengan cara meletakkan lobster duri ke dalam bak air yang dapat diatur medan magnetnya. Setiap kali medan magnet diubah, lobster duri akan menyesuaikan diri untuk tetap bergerak menuju arah kutub utara. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lobster duri mampu merasakan medan magnet bumi untuk memandu migrasi yang dilakukan dari lepas pantai Florida menuju lautan lepas yang lebih hangat dan tenang di setiap akhir musim gugur.

Sumber: National Geographic Channel

Gambar 6.4 Lobster Duri Mengikuti Arah Perubahan Medan Magnet

5. Magnet dalam Tubuh Bakteri

Tahukah kamu, bahwa dalam tubuh bakteri *Magnetotactic bacteria (MTB)* terdapat organel (komponen) khusus yang disebut **magnetosome**? *Magnetotactic bacteria* merupakan kelompok bakteri yang mampu melakukan navigasi dan bermigrasi dengan memanfaatkan medan magnet. Beberapa jenis bakteri ini memiliki flagela yang berfungsi sebagai pendorong saat bergerak.

Sumber: biology-forums.com

Gambar 6.5 Magnetosome pada Bakteri *Magnetospirillum magnetotacticum* Saat Dilihat dengan Menggunakan Mikroskop Elektron dengan Perbesaran Ribuan Kali

Jenis bakteri ini ditemukan pertama kali oleh Richard P. Blakemore pada tahun 1975. Magnetosome tersusun atas senyawa *magnetite* (Fe_3O_4) atau *greigite* (Fe_3S_4) yang memiliki sifat kemagnetan jauh lebih kuat dibandingkan dengan magnet sintetik atau yang dibuat oleh manusia. Magnetosome dan senyawa yang terkandung di dalamnya masih terus diteliti dan diduga memiliki potensi yang besar untuk digunakan dalam bidang kesehatan.

Ayo, Kita Diskusikan

Hewan lain yang memanfaatkan medan magnet bumi untuk melakukan migrasi adalah paus. Sayangnya, migrasi yang dilakukan oleh paus tidak seberuntung hewan lain, karena dalam perjalanannya banyak kawanan paus yang tersesat. Kamu mungkin pernah melihat berita di televisi atau membaca di koran tentang paus yang terdampar, seperti yang pernah terjadi di perairan Desa Pesisir, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur (Kompas, 15 Juni 2016) atau di pantai Batu Tumpeng, Klungkung, Bali (Tribun Bali, 14 Maret 2016) Tahukah kamu, mengapa paus tersebut dapat terdampar? Carilah jawabannya dengan berdiskusi dan gunakan beberapa sumber untuk memperoleh jawaban yang lengkap!

B. Teori Dasar Kemagnetan

Ayo, Kita Pelajari

- Gaya magnet
- Cara membuat magnet
- Gaya Lorentz
- Induksi elektromagnetik

Istilah Penting

- Gaya magnet
- Magnet elementer
- Kutub magnet
- Feromagnetik
- Diamagnetik
- Paramagnetik
- Elektromagnetik

Mengapa Penting?

Setelah mempelajari materi ini kamu akan dapat memahami konsep medan magnet dan induksi elektromagnetik serta mengetahui peralatan di sekitar kita yang memanfaatkan magnet

Perkembangan peradaban manusia tidak terlepas dari penemuan magnet. Mulai dari *speaker*, telepon, televisi, bel rumah, dan berbagai peralatan yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari memanfaatkan magnet sebagai komponen utamanya. Akan tetapi, tahukah kamu apa yang dimaksud dengan magnet? Dari manakah magnet berasal? Dapatkah sifat kemagnetan suatu bahan hilang? Atau, dapatkah kita membuat magnet? Agar dapat menjawab semua permasalahan tersebut, mari pelajari materi selanjutnya dengan penuh semangat!

1. Konsep Gaya Magnet

Istilah magnet sering kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari, bahkan kamu juga sering menggunakan magnet. Menurut kamu apa yang disebut dengan magnet? Kata magnet berasal dari bahasa Yunani *magnítis líthos* yang berarti batu Magnesian. Magnesia adalah nama sebuah wilayah di Yunani pada masa lalu yang kini bernama Manisa (sekarang berada di wilayah Turki). Di wilayah tersebut terkandung batu magnet yang ditemukan sejak zaman dulu.

Magnet terbuat dari logam seperti besi dan baja. Magnet memiliki berbagai bentuk dan dinamakan sesuai bentuknya, seperti yang bisa kamu lihat pada Gambar 6.6.

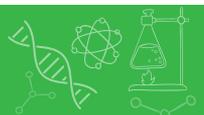
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.6 Magnet U dan Magnet Batang

Penentuan kutub magnet batang dapat dilakukan dengan percobaan sederhana. Letakkan magnet batang di atas gabus lalu apungkan di permukaan air, ujung magnet yang menunjuk ke arah utara adalah kutub utara magnet, dan ujung magnet yang menunjuk arah selatan adalah kutub selatan magnet, seperti pada Gambar 6.7.

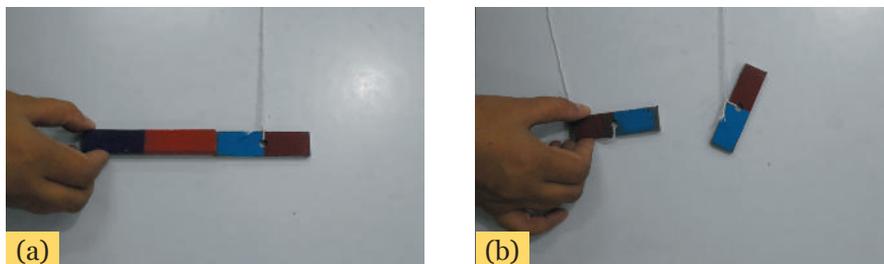
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.7 Magnet Batang yang Diapungkan

Tahukah kamu mengapa demikian? Selanjutnya, coba kamu dekatkan ujung kedua magnet. Ulangi kegiatanmu dengan mendekatkan ujung lain kedua magnet tersebut. Selanjutnya, amati peristiwa yang terjadi

pada kedua ujung magnet tersebut. Lakukan hal ini berulang-ulang. Dapatkah kamu membuat kesimpulan?

Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub magnet yang senama bila didekatkan akan tolak menolak, sedangkan kutub-kutub magnet yang berbeda nama bila didekatkan akan tarik-menarik. Kutub-kutub ini selalu ada pada setiap magnet walaupun magnet tersebut dipotong menjadi potongan magnet kecil. Perhatikan Gambar 6.8 tentang interaksi dua magnet!

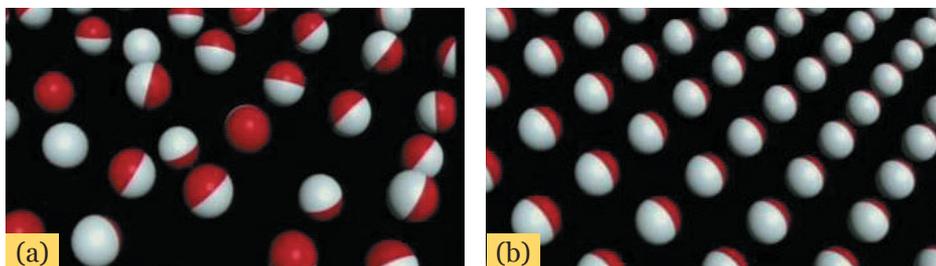
(a)

(b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.8 Interaksi Dua Magnet
(a) Kutub-kutub Magnet Tidak Senama Tarik Menarik, (b) Kutub-kutub Magnet Senama Tolak-menolak

Dari manakah kekuatan magnet berasal? Apa beda gaya magnet dengan gaya listrik? Mari mengingat materi tentang gaya listrik! Gaya listrik berasal dari adanya interaksi antara muatan listrik, sedangkan gaya magnet berasal dari adanya interaksi antara kutub-kutub magnet yang ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik (elektron) pada benda. Perhatikan Gambar 6.9!

(a)

(b)

Sumber: National Geographic Channel

Gambar 6.9 Magnet Elementer Penyusun Magnet, (a) Magnet Elementer Tersebar Acak, (b) Magnet Elementer Tersusun pada Arah Tertentu

Pada Gambar 6.9a, kutub utara dan kutub selatan partikel elementer magnet pada benda tersebut tersebar secara acak, sehingga benda tidak memiliki sifat magnet. Pada beberapa jenis logam tertentu, seperti besi

dan baja, sejumlah magnet elementer apabila diinduksi dapat disusun berbaris pada arah tertentu sehingga benda bersifat sebagai magnet (Gambar 6.9b).

a. Sifat Magnet Bahan

Apa yang terjadi jika magnet didekatkan pada logam atau kayu? Pernahkah kamu mengamatinya? Ayo, lakukan Aktivitas 6.1 untuk menemukan sifat magnet pada beberapa bahan!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.1 Sifat Magnet Bahan

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah magnet batang
2. Benda di dalam kelas (pensil, pulpen, mistar, gunting, karet penghapus)
3. 1 buah paku besi
4. 1 buah paku baja
5. 1 wadah aluminium
6. 1 buah sendok *stainless*
7. 5 cm timah
8. Garam secukupnya
9. 30 cm benang wol atau tali
10. 1 buah statif

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Gantung benda yang akan diuji sifat kemagnetannya dengan menggunakan tali dan statif!
2. Dekatkan magnet pada benda yang telah digantung!
3. Amati peristiwa yang terjadi pada benda saat didekati oleh magnet!
   Benda apa saja yang dapat ditarik oleh magnet?
   Benda apa saja yang tidak dapat ditarik oleh magnet?
4. Jika benda sudah menempel pada magnet, cobalah untuk menjauhkan benda dari magnet! Benda apa saja yang dapat ditarik kuat oleh magnet?
   Benda apa saja yang dapat ditarik lemah oleh magnet?

Amati dengan teliti, kuat atau lemah tarikan yang ditimbulkan oleh magnet!

5. Catat data yang kamu peroleh pada Tabel 6.1 berikut!

Tabel 6.1 Sifat Magnet Benda

No	Nama Benda	Ditarik/ditolak	Kuat/lemah
1	Pensil		
2	Pulpen		
3	Mistar plastik		
4	Paku besi		
5	Sendok aluminium		
6	Timah		
7	Dst.		

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan data pengamatan, buatlah kesimpulan percobaanmu tentang sifat magnet pada benda!

Jika kamu cermati hasil kegiatan pada Aktivitas 6.1, dapatkah kamu menentukan sifat interaksi bahan (benda) terhadap magnet? Bagaimanakah kekuatan magnet pada tiap-tiap benda tersebut? Berdasarkan sifat interaksi bahan terhadap magnet, benda diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu feromagnetik, diamagnetik, dan paramagnetik. Benda-benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet termasuk pada kelompok benda **feromagnetik**, misal besi, baja, kobalt, dan nikel. Benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet termasuk pada kelompok benda **paramagnetik**, misal magnesium, molibdenum, dan lithium. Benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet termasuk kelompok benda **diamagnetik**, misal perak, emas, tembaga, dan bismut.

Ayo, Kita Diskusikan

Apakah benda yang ditolak oleh magnet dapat dikategorikan sebagai benda diamagnetik?

b. Cara Membuat Magnet

Magnet tidak hanya dapat ditemukan di alam sebagai magnet alami, tetapi ada juga benda yang dapat dibuat menjadi bersifat magnet. Tahukah kamu bagaimana cara membuat magnet? Coba lakukan Aktivitas 6.2 untuk dapat membuat magnet!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.2 Membuat Magnet

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 paku besar dengan panjang ± 10 cm
2. 1 magnet batang
3. 1 baterai besar dengan tegangan 1,5 volt
4. 1 kawat tembaga dengan panjang ± 25 cm
5. 1 paku kecil
6. 1 kompas

Apa yang harus kamu lakukan?

Langkah kerja 1

1. Dekatkan paku pertama dengan magnet seperti pada Gambar 6.10!

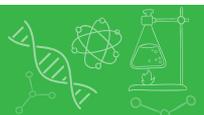
Sumber: Dok. Kemdikbud

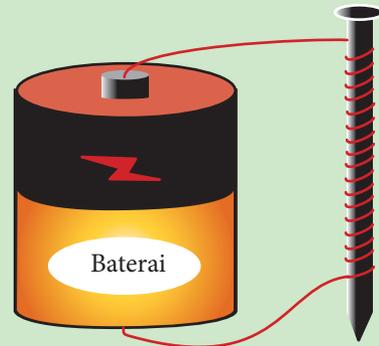
Gambar 6.10 Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Induksi

2. Setelah paku pertama terinduksi menjadi magnet, dekatkan paku pertama pada paku kedua! (Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa paku 1 telah terinduksi menjadi magnet)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.11 Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Induksi

3. Gunakan kompas untuk mengetahui kutub magnet pada paku 1.

Langkah kerja 2

1. Lilitkan kawat tembaga pada paku dengan arah lilitan dari bawah ke atas. Sisakan kedua ujung kawat agar cukup panjang untuk disambungkan ke kutub-kutub baterai.
2. Hubungkan ujung-ujung kawat tembaga pada kutub-kutub baterai.
3. Dekatkan ujung paku pada kutub utara magnet. Amati apa yang terjadi. Gunakan kompas untuk mengetahui kutub magnet.
4. Coba ubah arah lilitan kawat pada paku, amati apakah terjadi perubahan kutub magnet?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.12 Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Elektromagnetik

Langkah kerja 3

1. Gosokkan magnet pada paku dengan arah gosokan searah.
2. Dekatkan paku yang telah digosok dengan paku-paku kecil. Amati apa yang terjadi!
3. Gunakan kompas untuk mengetahui kutub magnet.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan langkah kerja 1, amati peristiwa yang terjadi pada paku pertama dan kedua. Apakah paku pertama menarik paku kedua?
2. Berdasarkan langkah kerja 2, apabila arah lilitan pada paku diubah dari atas ke bawah, apakah interaksi yang terjadi pada rangkaian paku dengan kutub-kutub magnet (seperti pada kegiatan langkah 3) sama? Jika hasilnya berbeda, coba identifikasi mengapa berbeda? Jika hasilnya sama, coba identifikasi mengapa sama?
3. Berdasarkan langkah kerja 3, bagaimana pengaruh arah gerak menggosok paku pada magnet dengan kutub yang terbentuk pada magnet?

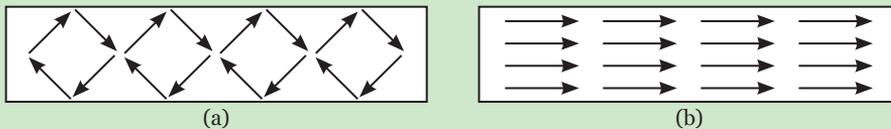
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Uraikan prinsip dasar cara pembuatan magnet yang sesuai dengan langkah kerja 1, 2, dan 3!

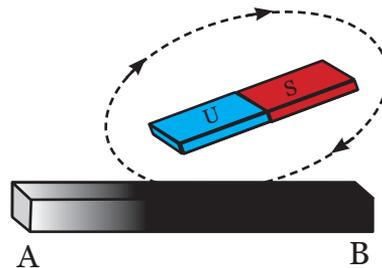
Ayo, Kita Pahami

Cobalah ingat magnet elementer pada Gambar 6.9! Besi dan baja dapat dijadikan magnet jika magnet elementernya tersusun rapi dan kutub-kutub yang senama menghadap ke arah yang sama! Coba cermati Gambar 6.13 agar dapat memahami konsep partikel elementer pada benda yang disajikan magnet!

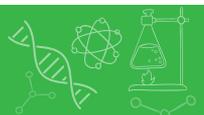
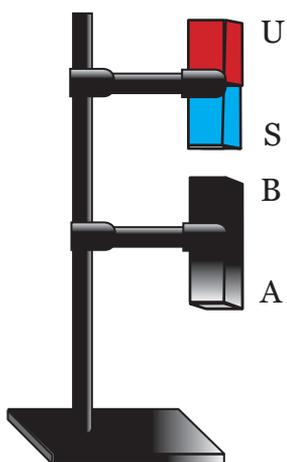
(a)

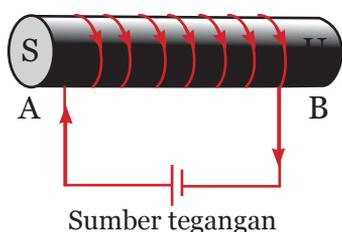
(b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.13 (a) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja Sebelum Menjadi Magnet, (b) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja yang Telah Menjadi Magnet

Besi dapat dijadikan magnet dengan cara menggosok. Besi digosok dengan arah yang tetap, agar magnet elementer dapat diatur untuk menuju ke satu arah saja. Perhatikan Gambar 6.14, ujung kutub selatan magnet yang digosokkan dari ujung besi B ke A akan mengubah besi menjadi magnet dengan kutub selatan pada ujung B dan kutub utara pada ujung A. Jadi, ujung batang besi yang pertama kali digosok akan memiliki kutub yang sama dengan kutub magnet yang menggosoknya. Sekarang coba pikirkan, bagaimanakah kutub magnet besi jika kutub utara magnet digosokkan pada besi dengan arah B ke A?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6. 14 Menggosok Magnet

Baja dan besi dapat dijadikan magnet dengan cara menginduksi atau mendekatkannya dengan magnet selama beberapa waktu. Perhatikan Gambar 6.15, sifat magnet menunjukkan bahwa magnet akan tarik-menarik jika kutub yang berbeda didekatkan, dan tolak-menolak jika kutub yang sama didekatkan, sehingga ujung B akan menjadi kutub utara dan ujung A akan menjadi kutub selatan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa ujung besi atau baja yang berdekatan dengan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.15 Induksi Magnet

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.16 Elektromagnet

kutub magnet batang akan memiliki kutub yang berlawanan dengan kutub magnet penginduksinya.

Magnet juga dapat dibuat dengan cara meliliti besi atau baja dengan kawat penghantar yang dialiri arus DC. Magnet yang dibuat dengan cara demikian disebut **elektromagnet**. Mengapa arus DC? Karena arus DC dapat menyamakan arah magnet elementer pada besi atau baja.

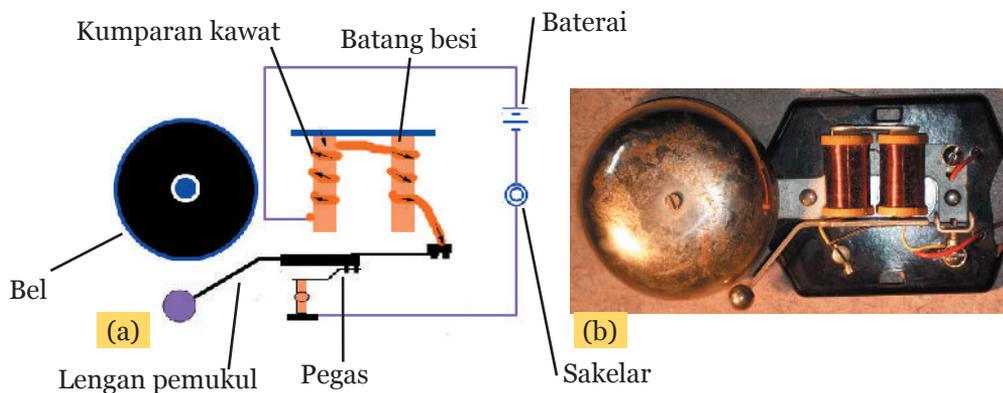
Kutub magnet besi atau baja yang terbentuk tergantung pada arah lilitan kawat penghantar. Jika arah arus berlawanan dengan arah jarum jam, maka ujung A besi atau baja tersebut akan menjadi kutub utara dan ujung B akan menjadi kutub selatan. Sebaliknya, jika arah arus searah dengan jarum jam, maka ujung A besi atau baja akan menjadi kutub selatan dan ujung B akan menjadi kutub utara. Perhatikan Gambar 6.16, dengan pola lilitan tersebut, maka ujung A akan menjadi kutub selatan dan ujung B akan menjadi kutub utara.

c. Penerapan Elektromagnet dalam Kehidupan Sehari-hari

Gejala elektromagnet sering digunakan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa penerapan elektromagnet tersebut dapat ditemui pada bel listrik, sakelar listrik, dan telepon kabel. Jika di sekitarmu tidak terdapat benda-benda tersebut, tidak perlu risau, cermatilah penjelasan berikut!

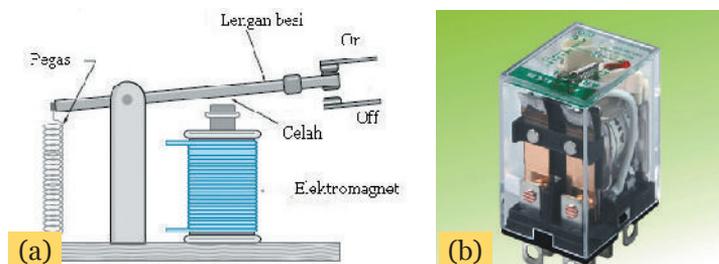
1) Bel Listrik Sederhana

Coba perhatikan bel listrik yang ada di sekitarmu. Tahukah kamu bagaimana cara kerja bel listrik tersebut? Pada saat tombol bel listrik ditekan, rangkaian arus menjadi tertutup dan arus mengalir pada kumparan. Aliran arus listrik pada kumparan ini mengakibatkan besi di dalamnya menjadi elektromagnet yang mampu menggerakkan lengan

pemukul untuk memukul bel sehingga berbunyi. Pada saat pemukul mengenai bel, aliran listrik terputus, sehingga sifat elektromagnet besi menjadi hilang. Akibatnya pemukul kembali ke tempat semula. Demikian seterusnya sehingga bel berdering.

Sumber: (a) www.citycollegiate.com , (b) en.wikipedia.org

Gambar 6.17 (a) Skema Rangkaian Bel Listrik, (b) Bel Listrik

2) Sakelar

Bagaimana cara menyalakan lampu listrik? Di setiap rumah yang menggunakan aliran listrik, hampir semuanya menggunakan sakelar. Perhatikan Gambar 6.18a! Sakelar berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada rangkaian listrik. Khusus untuk bentuk sakelar seperti pada Gambar 6.18b, mulai bekerja ketika sakelar membentuk rangkaian tertutup. Lilitan kawat akan berfungsi sebagai elektromagnet yang menarik ujung besi ke bawah. Setelah besi tertarik ke bawah, ujung besi lainnya akan menyimpang ke kanan dan mendorong tangkai ke kiri sehingga tangkai kiri dan kanan akan saling bersentuhan untuk mengalirkan arus listrik. Ketika arus mengalir, maka beban (lampu atau alat elektronik lainnya) akan menyala.

Sumber: (a) navya.co, (b) www.marineinsight.com

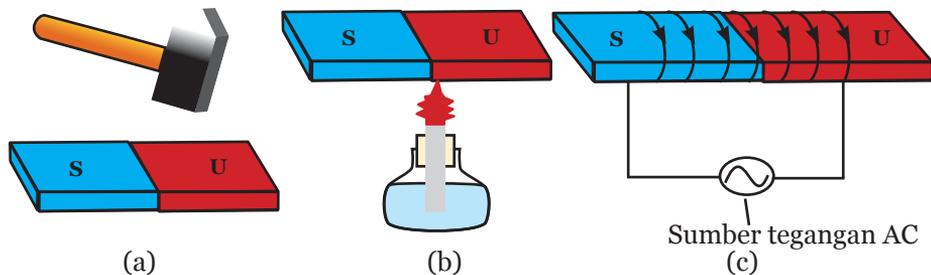
Gambar 6.18 (a) Diagram Sakelar Elektromagnetik, (b) Sakelar Elektromagnetik

3) Telepon Kabel

Tahukah kamu bahwa telepon kabel juga menggunakan prinsip kemagnetan? Saat menggunakan telepon, seseorang akan menerima pesan (mendengar) sekaligus mengirim pesan (berbicara). Prinsip kerja telepon pada dasarnya mengubah energi listrik menjadi energi bunyi. Pada saat ada pembicaraan, kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian telepon berubah-ubah, sehingga menimbulkan efek elektromagnet yang kekuatannya berubah-ubah dan mampu menggetarkan diafragma besi lentur pada *speaker* telepon. Getaran pada *speaker* inilah yang akhirnya menggetarkan udara di sekitarnya dan memberikan efek "dengar" bagi telinga kita.

Sumber Dok. Kemdikbud
Gambar 6.19 Telepon Kawat

d. Cara Menghilangkan Kemagnetan Bahan

Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul (Gambar 6.20a), memanaskan (Gambar 6.20b), dan melilitі magnet dengan arus bolak balik atau AC (Gambar 6.20c). Pada prinsipnya, sifat kemagnetan dapat dihilangkan dengan cara mengacak arah magnet elementernya.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 6.20 Menghilangkan Sifat Magnet dengan Cara (a) Memukul; (b) Memanaskan; dan (c) Meliliti Magnet dengan Arus AC

e. Medan Magnet

Pada materi awal, telah dibahas tentang materi medan magnet bumi. Selain bumi, benda magnetik juga dapat menghasilkan medan magnet. Bagaimana cara mendeteksi medan magnet di sekitar benda? Jika magnet yang kita pelajari pada bab ini berbentuk jarum, batang, dan tapal kuda (U), bagaimana kamu dapat membedakan pola medan

magnetnya? Agar memahami konsep medan magnet, coba lakukan kegiatan berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.3 Menyelidiki Pola Medan Magnet

Apa yang kamu perlukan?

1. Pasir besi
2. Plastik mika atau kertas
3. Magnet dengan berbagai bentuk
   (Catatan: Jika tidak ada pasir besi, kamu dapat mencarinya dengan cara meletakkan magnet batang pada tumpukan pasir hitam, pasir yang ditarik oleh magnet adalah pasir besi yang dapat kamu gunakan untuk percobaan ini).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan magnet batang di bawah kertas atau mika untuk menghindari kontak langsung dengan pasir besi.
2. Taburkan pasir besi di atas kertas atau mika tersebut.
3. Amati perubahan pola yang dibentuk pasir besi di atas kertas atau mika tersebut.
4. Gambarkan pola tersebut di atas selembar kertas.
5. Ulangi kegiatan 1-4 untuk magnet U dan bentuk magnet lainnya.

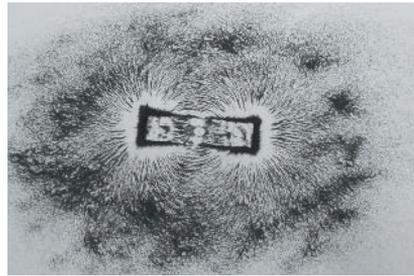
Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 6.21 Menyelidiki Pola Medan Magnet

Apa yang perlu kamu diskusikan?

Bagian manakah dari magnet batang, magnet U, dan magnet lainnya yang paling banyak ditempeli pasir besi? Mengapa?

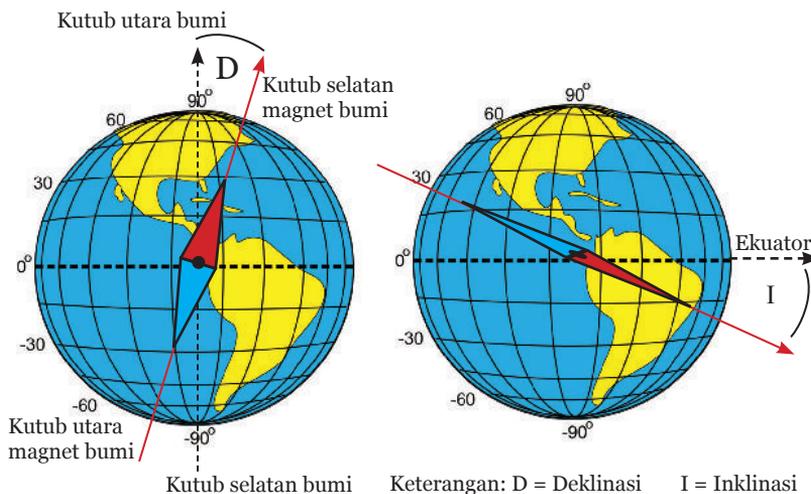
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Daerah di sekitar magnet yang dapat memengaruhi magnet atau benda feromagnetik disebut **medan magnet**. Pola-pola yang dibentuk oleh pasir besi dari Aktivitas 6.3 merupakan bentuk garis gaya magnet yang digunakan untuk menggambarkan medan magnet. Medan magnet terbesar terletak pada ujung-ujung kutub magnet. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya pasir besi yang ditarik oleh ujung-ujung kutub magnet (garis-garis gaya magnetnya sangat rapat). Apakah pada Aktivitas 6.3 kamu menemukan pola seperti pada Gambar 6.22?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.22 Pola Medan Magnet Batang

2. Teori Kemagnetan Bumi

Bumi adalah magnet raksasa. Sebagai magnet raksasa, bumi memiliki kutub magnet, yaitu kutub utara magnet dan kutub selatan magnet. Kutub utara magnet bumi berada di sekitar kutub selatan bumi, sedangkan kutub selatan magnet bumi berada di sekitar kutub utara bumi. Ketidaktepatan kutub utara dan kutub selatan magnet bumi disebut **deklinasi**. Selain adanya ketidaktepatan penunjukan arah kutub utara dan kutub selatan magnet bumi, ternyata medan magnet bumi juga membentuk sudut dengan horizontal permukaan bumi, atau yang disebut dengan sudut **inklinasi**.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.23 Medan Magnet Bumi

Sebagai magnet raksasa, bumi memiliki medan magnet, yaitu daerah di sekitar bumi yang masih dipengaruhi oleh gaya tarik magnet bumi. Tahukah kamu apa buktinya? Jika kamu meletakkan magnet batang secara bebas, misalnya meletakkan pada *styrofoam* di atas air, maka magnet akan bergerak dan menunjuk pada arah kutub utara dan kutub selatan.

Medan magnet bumi, sangat penting bagi kehidupan di bumi. Medan magnet bumi berfungsi untuk melindungi penduduk bumi dari radiasi kosmik (partikel listrik yang dihasilkan oleh matahari atau benda-benda langit lainnya) yang dapat membahayakan kesehatan. Dengan adanya medan magnet bumi, partikel listrik tidak dapat masuk ke seluruh permukaan bumi, tetapi akan tertarik menuju ke kutub-kutub magnet bumi. Saat menabrak atmosfer bumi, partikel listrik tersebut terionisasi (peristiwa lepasnya elektron dari nukleon) dan membentuk plasma lemah (gas super yang dipanaskan agar elektron terlepas dari nukleon). Tampilan indah cahaya plasma inilah yang kemudian dikenal sebagai **aurora**. Tahukah kamu di mana sajakah kita dapat melihat aurora?

Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 6.24 Aurora Borealis

3. Induksi Magnet dan Gaya Lorentz

a. Induksi Magnet

Konsep induksi magnet berawal dari tidak terkendalinya putaran jarum kompas yang ada di kapal laut saat petir menyambar. Tahukah kamu, apa yang disebut induksi magnet? Mengapa induksi magnet berhubungan dengan peristiwa tak terkendalinya putaran jarum kompas yang ada di kapal laut saat petir menyambar? Agar kamu lebih memahami peristiwa tersebut, cobalah lakukan kegiatan berikut dengan semangat!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.4 Menyelidiki Medan Magnet di Dekat Kawat Berarus Listrik

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah kompas (jika tidak ada kompas kamu dapat menggunakan magnet jarum yang diletakkan di atas air)
2. 1 kawat penghantar/kabel
3. 1 buah baterai/*power supply*

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sambungkan kawat penghantar/kabel pada baterai/*power supply* hingga membentuk rangkaian tertutup.
2. Dekatkan kompas pada kawat penghantar/kabel, seperti pada Gambar 6.25. Kemudian, nyalakan *power supply* untuk mengalirkan arus listrik pada kabel. Amati peristiwa yang terjadi pada jarum kompas.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.25 Percobaan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

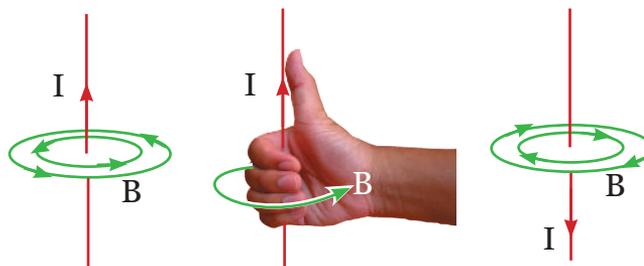
3. Apakah yang terjadi jika kuat arus pada perangkat percobaan diperbesar atau arahnya dibalik?
4. Apakah yang terjadi jika letak kompas pada perangkat percobaan dipindahkan di atas kawat?
5. Apakah yang terjadi jika jarak kompas dengan kawat dijauhkan?

Apa yang perlu kamu diskusikan?

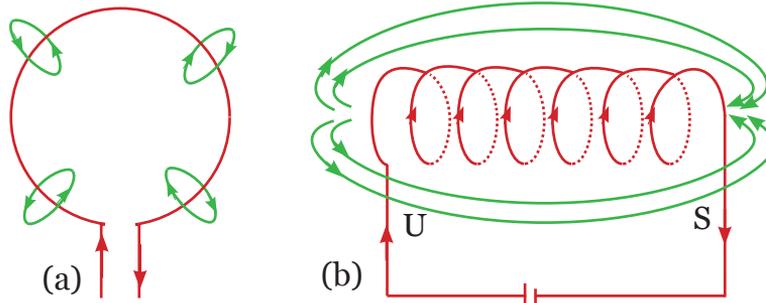
Apa yang terjadi pada jarum kompas saat kawat penghantar kabel mulai dialiri arus listrik? Mengapa hal tersebut dapat terjadi?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan kegiatan yang kamu lakukan, buatlah kesimpulan yang menyatakan hubungan medan magnet dan kawat berarus!

Berdasarkan Aktivitas 6.4, apa yang kamu temukan? Bagaimana hubungan antara medan magnet dan kawat berarus listrik? Kegiatan dan hasil yang kamu temukan sebenarnya sudah dilakukan oleh Hans Christian Oersted (1820) yang menunjukkan bahwa arus listrik dapat menimbulkan medan magnet. Caranya dengan mengamati pergerakan jarum kompas saat diletakkan di dekat kabel yang dialiri arus listrik. Percobaan ini kemudian dikenal dengan Percobaan Oersted. Arah medan magnet dan arah arus dapat ditunjukkan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Perhatikan Gambar 6.26! Arus listrik ditunjukkan dengan huruf I dan medan magnet ditunjukkan dengan huruf B.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.26 Arah Panah yang Mengelilingi Kawat Menunjukkan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Jika pada kawat lurus, medan magnet terbentuk melingkari arah arus, bagaimana dengan kabel yang dibentuk melingkar dan kumparan? Coba perhatikan Gambar 6.27! Pada kumparan (Gambar 6.27a) medan magnet tampak melingkari kabel, tetapi pada kumparan (Gambar 6.27b) medan magnetnya seolah-olah membentuk kutub utara dan selatan pada ujung-ujungnya, persis seperti pada magnet batang.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.27 Arah Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

b. Konsep Gaya Lorentz

Masih ingatkah kamu dengan hasil kegiatan pada Aktivitas 6.4? Mengapa jarum kompas dapat bergerak ketika arus listrik mengalir pada kabel? Gaya apakah yang membuat jarum kompas tersebut menjadi bergerak? Pada subbab ini akan dibahas hubungan antara arus listrik, magnet, dan gaya yang ditimbulkannya. Sebelum mempelajari hal tersebut, mari kita lakukan percobaan berikut!

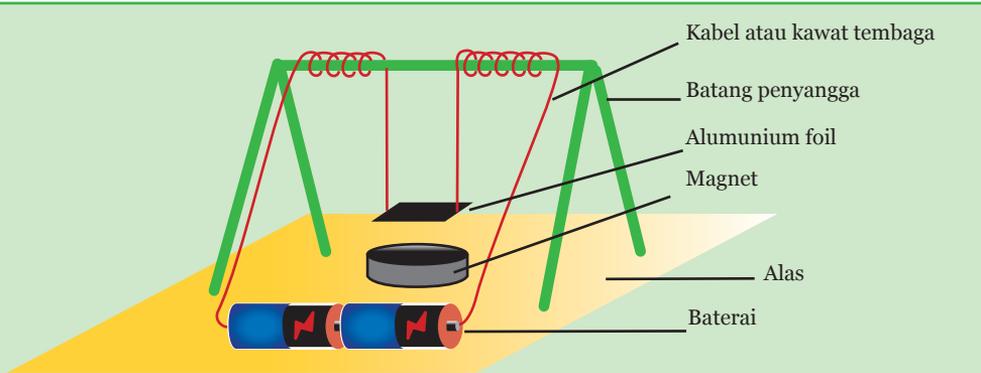
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.5 Menentukan Besar dan Arah Gaya Lorentz

Apa yang kamu perlukan?

1. Kawat atau batang penyangga
2. Kabel atau kawat tembaga
3. 3 buah magnet
4. 3 buah baterai
5. Lempengan *aluminium foil* (kertas *aluminium foil*)
6. Alas (tripleks/kardus/*styrofoam*)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah alat seperti Gambar 6.28!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.28 Rangkaian Percobaan Ayunan Lorentz

2. Sambungkan baterai pada rangkaian yang telah kamu buat untuk mengalirkan arus listrik. Ukurlah besar simpangan (panjang simpangan) yang ditimbulkan oleh aluminium foil yang dialiri arus listrik ketika didekatkan pada magnet!
3. Cobalah menambah jumlah baterai dan ukurlah besar simpangan yang dihasilkan!
4. Cobalah lakukan penambahan magnet untuk beberapa magnet jika tersedia!
5. Tuliskan hasil pengamatanmu di Tabel 6.2a dan Tabel 6.2b berikut!

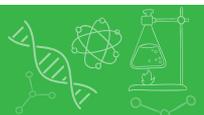
Tabel 6.2a Hasil Pengukuran Besar Simpangan Kumparan dengan Variasi Jumlah Baterai

Jumlah Baterai	Jumlah Magnet	Besar Simpangan (cm)
1	1	
2	1	
3	1	

Tabel 6.2b Hasil Pengukuran Besar Simpangan Kumparan dengan Variasi Jumlah Magnet

Jumlah Baterai	Jumlah Magnet	Besar Simpangan (cm)
1	1	
1	2	
1	3	

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan data, bagaimanakah hubungan antara jumlah baterai dengan besarnya simpangan yang dialami oleh kawat berarus listrik?

2. Bagaimanakah hubungan antara besar medan magnet dengan besar simpangan yang dialami oleh kawat berarus tersebut?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

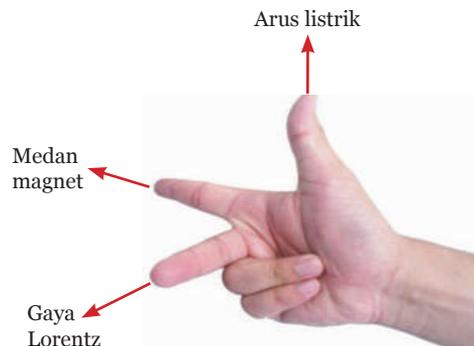
Bagaimana hubungan antara besar simpangan dengan kuat arus listrik dan medan magnet?

Kesimpulan yang diperoleh pada Aktivitas 6.5 menunjukkan bahwa kawat berarus yang berada dalam medan magnet akan mengalami gaya yang disebut dengan **gaya Lorentz**. Adanya gaya Lorentz dalam percobaan menimbulkan simpangan pada *aluminium foil*. Berdasarkan hasil percobaan tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar arus listrik, gaya Lorentz yang dihasilkan semakin besar. Semakin besar medan magnet, gaya Lorentz yang dihasilkan semakin besar. Begitu pula dengan panjang kawat berarus, semakin panjang kawat berarus yang ada dalam medan magnet, gaya Lorentz yang dihasilkan juga semakin besar. Untuk arah arus (I) dan arah medan magnet (B) saling tegak lurus, secara matematis, besarnya gaya Lorentz dituliskan sebagai berikut.

$$F = B \cdot I \cdot L$$

dengan:

F = gaya Lorentz (newton)
B = medan magnet (tesla)
I = kuat arus listrik (ampere)
L = panjang kawat berarus yang masuk ke dalam medan magnet (meter)

Penentuan arah gaya Lorentz, dapat dilakukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Perhatikan Gambar 6.29!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.29 Menentukan Arah Gaya Lorentz dengan Menggunakan Kaidah Tangan Kanan

Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal

1. Sebuah kawat tembaga sepanjang 10 m dialiri arus listrik sebesar 5 mA. Jika kawat tembaga tersebut tegak lurus berada dalam medan magnet sebesar 8 tesla, berapakah gaya Lorentz yang timbul?

   Diketahui:
   L = 10 m
   I = 5 mA = 0,005 A
   B = 8 tesla

   Ditanya: Gaya Lorentz (F)?

   Jawab:
   $F = B \cdot I \cdot L$ = 8 tesla. 0,005 A . 10 m = 0,4 N
   Jadi, gaya Lorentz yang timbul sebesar 0,4 newton.

2. Jika gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh kawat tembaga sepanjang 2 m dan dialiri arus listrik sebesar 2 mA adalah 12 N, maka berapakah besar medan magnet yang melingkupi kawat tembaga tersebut?

   Diketahui:
   L = 2 m
   I = 2 mA = 0,002 A = 2×10^{-3} A
   F = 12 N

   Ditanya: Medan magnet?

   Jawab:
   $F = B \cdot I \cdot L$

   $$B = \frac{F}{I \cdot L} = \frac{12 \text{ N}}{2 \times 10^{-3} \text{ A} \cdot 2\text{m}} = 3 \times 10^{3} \text{ tesla}$$

   Jadi, besarnya medan magnet yang melingkupi kawat tembaga adalah 3×10^{3} tesla.

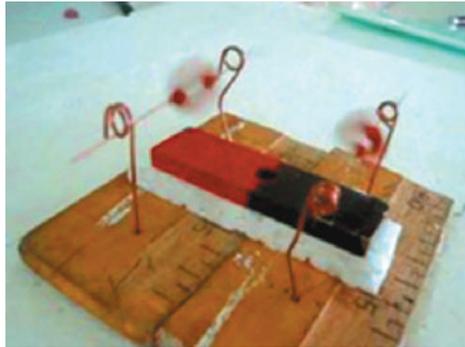
Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Gaya Lorentz

1. Sebuah kawat penghantar memiliki panjang 12 m tegak lurus berada dalam sebuah medan magnet sebesar 90 tesla. Jika kuat arus listrik yang mengalir pada kawat sebesar 0,02 mA, berapakah besar gaya Lorentz-nya?
2. Jika gaya Lorentz yang dialami sebuah kawat penghantar yang panjangnya 5 m adalah 1 N dan arus yang mengalir pada kawat sebesar 2 mA, berapakah besar medan magnet yang dialami kawat penghantar tersebut?
3. Ke manakah arah gaya Lorentz, jika:
   a. arah arus ke sumbu z dan arah medan magnet ke sumbu y.
   b. arah arus ke sumbu –y dan arah medan magnet ke sumbu x.

c. Penerapan Gaya Lorentz pada Motor Listrik

Apa kamu pernah melihat motor listrik? Motor listrik digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Beberapa motor listrik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya motor listrik pada kipas angin berfungsi untuk menggerakkan baling-baling.

Motor listrik memiliki beberapa komponen, diantaranya magnet tetap dan kumparan. Jika ada arus listrik yang mengalir pada kumparan yang terletak dalam medan magnet, maka kumparan tersebut akan mengalami gaya Lorentz sehingga kumparan akan berputar. Agar kumparannya dapat berputar dengan stabil, maka kumparan dibuat seperti Gambar 6.30 yang tiap-tiap ujungnya dibentuk melingkar.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 6.30 Motor Listrik Sederhana

4. Induksi Elektromagnetik

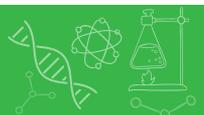
Kita sudah mendiskusikan tentang beberapa fenomena yang berkaitan dengan listrik dan magnet. Misal, di sekitar kawat berarus listrik terjadi medan magnet (induksi magnetik). Jika kamu ingat tentang kegiatan untuk memahami gaya Lorentz, tentunya kamu ingat bahwa gaya dapat terjadi pada arus listrik di sekitar medan magnet. Pembahasan lebih lanjut tentang elektromagnetik dilakukan dengan membahas konsep perubahan medan magnet dapat menghasilkan listrik, yang disebut **induksi elektromagnetik**.

Menurut Faraday, listrik dapat dihasilkan dengan cara menggerakkan magnet batang keluar masuk kumparan. Temuan ini diterapkan pada generator listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Sebelum mempelajari penerapan induksi elektromagnetik, lakukan kegiatan berikut!

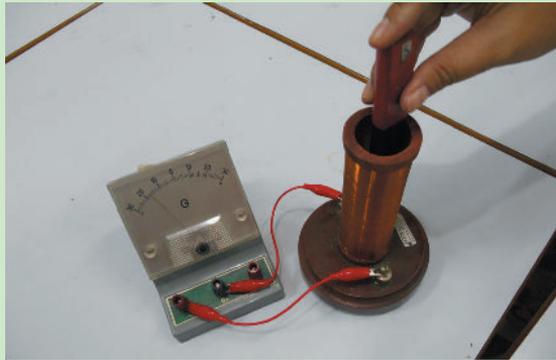
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.6 Menyelidiki Peristiwa Induksi Elektromagnetik

Apa yang kamu perlukan?

1. Kumparan 600 dan 1.200 lilitan (kamu dapat membuat kumparan sendiri dengan cara melilitkan kawat tembaga pada pipa)

2. Magnet batang 2 buah
3. Galvanometer 1 buah
4. Kabel penjepit buaya (penjepit tembaga) 2 buah

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buat rangkaian tertutup untuk galvanometer dan kumparan 600 lilitan.
2. Gerakkan magnet batang masuk-keluar kumparan secara perlahan. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada Tabel 6.3!
3. Gerakkan magnet batang masuk-keluar kumparan secara cepat. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada tabel data.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.31 Rangkaian Percobaan Induksi Elektromagnetik

4. Gunakan dua magnet batang sekaligus dan gerakkan dua batang magnet tersebut keluar-masuk kumparan secara perlahan. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada Tabel 6.3.
5. Gunakan dua magnet batang sekaligus dan gerakkan dua batang magnet tersebut keluar-masuk kumparan secara cepat. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada tabel data.
6. Ulangi langkah 1 hingga 5 untuk kumparan 1.200 lilitan.

Tabel 6.3 Data Pengamatan Besar Simpangan Jarum Galvanometer

Kumparan	Magnet, gerakan	Simpangan Jarum Galvanometer
600 lilitan	1 magnet, perlahan	
	1 magnet, cepat	
	2 magnet, perlahan	
	2 magnet, cepat	
1.200 lilitan	1 magnet, perlahan	
	1 magnet, cepat	
	2 magnet, perlahan	
	2 magnet, cepat	

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan data hasil pengamatan, bandingkan simpangan jarum galvanometer dengan jumlah magnet dan kecepatannya!
2. Bandingkan juga simpangan jarum galvanometer dengan jumlah lilitan!
3. Mengapa terjadi penyimpangan pada jarum galvanometer dan mengapa penyimpangannya berubah-ubah?
4. Coba amati peristiwa yang terjadi jika kutub magnet yang dimasukkan ke kumparan tetap diam di dalam kumparan? Coba jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!

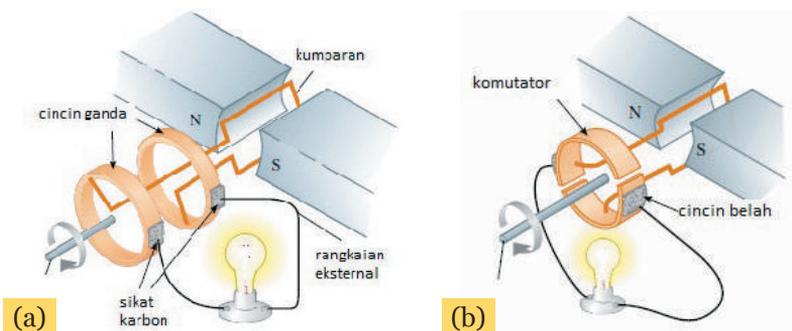
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan data yang dilakukan, apakah yang dimaksud induksi elektromagnetik? Faktor-faktor apakah yang memengaruhi besar gaya gerak listrik yang dihasilkan pada induksi elektromagnetik?

Bagaimana dan di mana kamu menemukan penerapan induksi elektromagnetik? Alat-alat apa saja yang menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik? Agar mengetahui jawabannya, ayo kita pelajari uraian berikut!

a. Generator

Generator adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi gerak (kinetik) menjadi energi listrik. Energi gerak yang dimiliki generator dapat diperoleh dari berbagai sumber energi alternatif, misalnya dari

energi angin, energi air, dan sebagainya. Generator dibedakan menjadi generator AC (*Alternating Current*) dan generator DC (*Direct Current*). Generator AC atau alternator dapat menghasilkan arus listrik bolak-balik dengan cara menggunakan cincin ganda, sedangkan generator DC dapat menghasilkan arus listrik searah dengan cara menggunakan komutator (cincin belah).

Sumber: Serway, 2004.

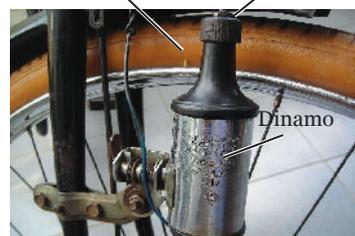
Gambar 6.32 (a) Generator AC, (b) Generator DC

b. Dinamo AC-DC

Dinamo adalah generator yang relatif kecil seperti yang digunakan pada sepeda. Mengapa lampu sepeda kayuh dapat menyala meskipun tidak diberi baterai? Mengapa nyala lampu akan semakin terang apabila kita mengayuh pedal sepeda dengan lebih cepat? Ternyata pada sepeda terdapat dinamo yang berfungsi sebagai sumber energi listrik untuk menyalakan lampu. Dinamo adalah alat yang berfungsi untuk mengubah energi gerak menjadi listrik.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.33 Dinamo AC/DC

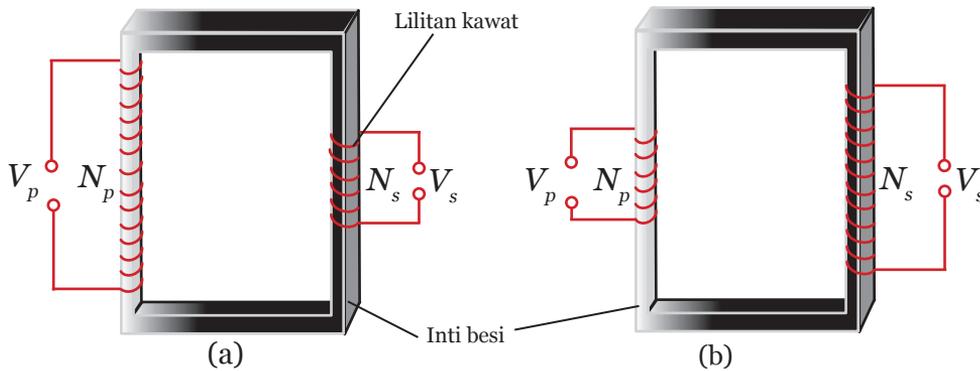
Cara kerja dinamo dan generator hampir sama, termasuk penggunaan satu cincin yang dibelah menjadi dua (komutator) pada dinamo DC dan cincin ganda pada dinamo AC. Perbedaan dinamo dengan generator terletak pada dua komponen utama dinamo, yaitu rotor (bagian yang bergerak) dan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.34 Dinamo Sepeda

stator (bagian yang diam). Saat sepeda dikayuh dengan cepat, kumparan pada dinamo akan bergerak cepat sehingga **gaya gerak listrik (GGL) induksi** yang dihasilkan menjadi lebih kuat dan energi listrik yang dihasilkan menjadi lebih banyak. Selain dengan mempercepat putaran kumparan, penggunaan magnet yang kuat, memperbanyak jumlah lilitan, dan penggunaan inti besi lunak dalam dinamo juga dapat mengakibatkan GGL induksi yang dihasilkan menjadi lebih kuat. Coba kamu ingat kembali hasil percobaan Aktivitas 6.6!

c. Transformator

Masih ingatkah kamu bahwa sebelum dialirkan ke rumah-rumah penduduk, tegangan listrik dari PLN harus diturunkan? Bagaimana cara menurunkan atau menaikkan tegangan listrik? Salah satu caranya adalah dengan menggunakan transformator.

Berdasarkan penggunaannya, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu transformator *step-down* dan transformator *step-up*. Transformator *step-down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step-up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.35 (a) Transformator *Step-Down,* (b) Transformator *Step-Up*

Transformator pada dasarnya terdiri atas lilitan primer dan lilitan sekunder yang dihubungkan dengan menggunakan inti besi. Lilitan primer yang mendapat tegangan AC akan menginduksi lilitan sekunder. Perubahan arah arus AC membuat medan magnet yang terbentuk berubah-ubah, sehingga menghasilkan tegangan AC pada ujung-ujung kumparan sekunder. Inti besi digunakan dengan tujuan untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

Besar kecilnya tegangan keluaran yang dihasilkan transformator sangat dipengaruhi oleh jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder. Jika jumlah lilitan primernya lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder, maka tegangan pada kumparan sekunder juga akan lebih kecil daripada tegangan pada kumparan primer, dan transformator tersebut disebut transformator *step-down*. Namun, jika jumlah lilitan primernya lebih sedikit daripada jumlah lilitan sekunder, maka tegangan pada kumparan sekunder akan lebih besar daripada tegangan pada kumparan primer, dan transformator tersebut disebut transformator *step-up*.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.36 Transformator

Pada transformator ideal, energi listrik yang masuk ke dalam kumparan primer akan dipindahkan seluruhnya ke dalam kumparan sekunder. Hal ini mengakibatkan besar efisiensi transformator menjadi 100% atau secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$W_p = W_s$$

$$V_p \times I_p \times t = V_s \times I_s \times t$$

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_P}$$

$$\text{maka, } \frac{I_s}{I_P} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

dengan:

W_p = energi primer (J)
W_s = energi sekunder (J)
I_p = arus primer (A)
I_s = arus sekunder (A)

N_p = lilitan primer
N_s = lilitan sekunder
V_p = tegangan primer (V)
V_s = tegangan sekunder (V)

Pada kenyataannya, tidak pernah dapat dibuat transformator dengan efisiensi sebesar 100% (ideal), karena biasanya sebagian energi listrik yang masuk ke dalam kumparan primer akan diubah menjadi kalor. Perubahan energi listrik menjadi kalor ini salah satunya

disebabkan oleh adanya arus Eddy pada inti besinya. Lebih lanjut tentang arus Eddy akan kamu pelajari di SMA.

Perhitungan efisiensi trafo (η) yang tidak ideal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \text{ x } 100\%$$

$$\eta = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \text{ x } 100\%$$

dengan:
P_{out} = daya listrik pada kumparan sekunder (W)
P_{in} = daya listrik pada kumparan primer (W)

Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal Transformator

Sebuah transformator memiliki 300 lilitan primer dan 30 lilitan sekunder. Diketahui tegangan pada lilitan primer adalah 220 volt.

a. Tentukan besar tegangan pada lilitan sekunder.
b. Jika arus listrik yang mengalir pada lilitan primer sebesar 0,5 mA, berapakah arus listrik yang mengalir pada lilitan sekunder?
c. Tentukan efisiensi transformator.
d. Tentukan jenis transformator.

Diketahui:
N_p = 300 lilitan
N_s = 30 lilitan
V_p = 220 volt
I_p = 0,5 mA

Ditanya:
a. Tegangan sekunder (V_s)
b. Arus sekunder (I_s)
c. Efisiensi transformator (η)
d. Jenis transformator

Jawab:

a. Tegangan sekunder (V_s)

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$\frac{300}{30} = \frac{220 \text{ V}}{V_s}$$

$$V_s = \frac{220 \text{ V} \times 30}{300} = 22 \text{ volt}$$

b. Arus sekunder (I_s)

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$$\frac{300}{30} = \frac{I_s}{0{,}5 \text{ mA}}$$

$$I_s = \frac{300 \times 0{,}5 \text{ mA}}{30} = 5 \text{ mA}$$

c. Efisiensi transformator (η)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \text{ x } 100\% = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \text{ x } 100\% = \frac{5 \text{ mA} \times 22 \text{ V}}{0{,}5 \text{ mA} \times 220 \text{ V}} \text{ x } 100\%$$

persamaan $\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$ hanya berlaku pada transformator ideal maka pada permasalahan ini efisiensinya pasti 100%, tetapi dalam kehidupan sehari-hari tidak pernah ada transformator dengan efisiensi 100% karena adanya hambatan pada kawat penghantar sehingga sebagian energi listrik berubah menjadi kalor.

d. Karena $V_p > V_s$ dan $N_p > N_s$, maka transformator tersebut adalah transformator *step-down*.

Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Transformator

1. Sebuah transformator memiliki 1.500 lilitan primer dan 300 lilitan sekunder. Bila tegangan sekunder transformator tersebut 3 volt dan arus primernya 4 mA, berapakah tegangan primer dan arus sekundernya?
2. Sebuah transformator *step-down* terdiri atas kumparan primer dengan 1.200 lilitan dan kumparan sekunder dengan 40 lilitan. Jika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan sebesar 330 V, berapa tegangan pada kumparan sekunder?
3. Jika daya listrik yang mengalir pada kumparan primer dan sekunder sebuah transformator berturut-turut sebesar 350 watt dan 70 watt, berapakah efisiensi transformator tersebut?

C. Kemagnetan dalam Produk Teknologi

Ayo, Kita Pelajari

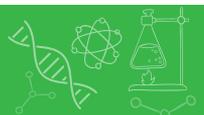
Prinsip kerja:
- MRI
- Kereta *Maglev*
- PLTN

Istilah Penting

- Nukleon
- Rontgen
- Tumor
- MRI

Mengapa Penting?

Setelah memahami subbab kemagnetan dalam produk teknologi, kamu akan mampu menjelaskan prinsip kemagnetan pada MRI, kereta Maglev, dan PLTN.

Magnet banyak digunakan dalam berbagai produk teknologi, salah satunya yang paling populer adalah dalam teknologi kedokteran, seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Tahukah kamu, bagaimana cara seorang dokter untuk mendeteksi adanya penyakit dalam tubuh pasien? Hingga kini, salah satu cara yang dianggap paling aman untuk mendeteksi penyakit adalah dengan menggunakan MRI. MRI menggunakan prinsip kemagnetan untuk mencitrakan kondisi kesehatan tulang atau organ tubuh bagian dalam manusia tanpa melalui prosedur pembedahan.

Bagaimanakah cara kerja MRI hingga dapat mencitrakan kondisi kesehatan tulang manusia tanpa melalui prosedur pembedahan?

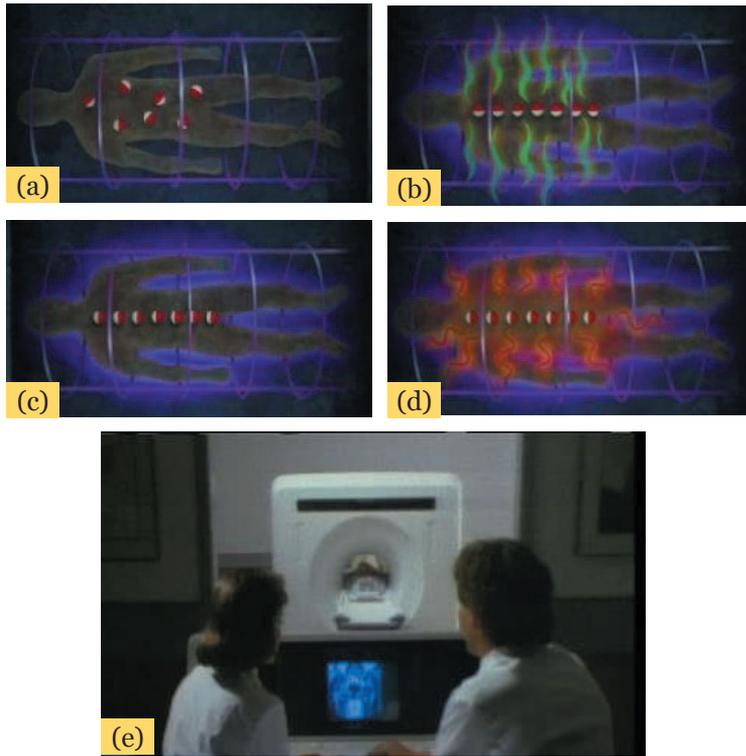
1. MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)

Tahukah kamu bagaimana mekanisme MRI mendeteksi penyakit? Perhatikan Gambar 6.37! Orang yang akan diperiksa kesehatannya menggunakan MRI dimasukkan ke dalam medan magnet yang memiliki kekuatan 5.000 kali lipat lebih kuat dari medan magnet bumi. Medan magnet sebesar ini mengakibatkan nukleon tubuh berputar dan berbaris sejajar menjadi jarum kompas (Gambar 6.38a). Nukleon tersebut kemudian ditembak dengan gelombang radio untuk menginduksi arahnya (Gambar 6.38b).

Sumber: *National geographic channel*

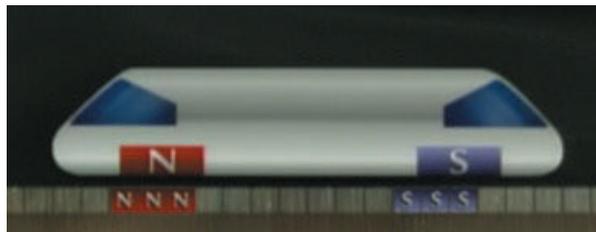
Gambar 6.37 MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)

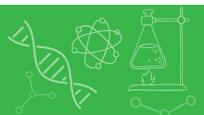
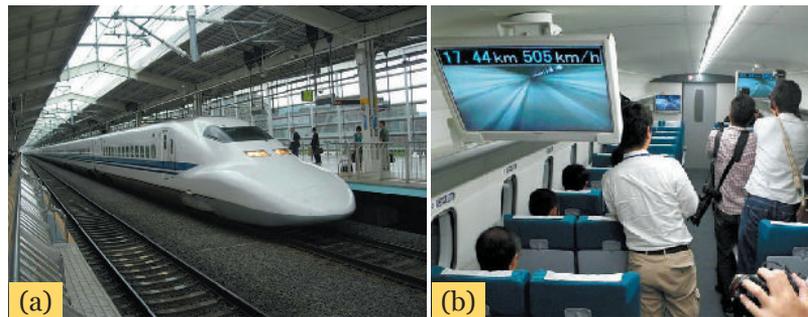
Saat arahnya sejajar (Gambar 6.38c), nukleon-nukleon tersebut akan memancarkan gelombang radio yang akhirnya diterima komputer sebagai pencitraan kondisi dalam tubuh (Gambar 6.38d). Gambar tersebut dapat menunjukkan adanya penyakit dalam tubuh manusia (Gambar 6.38e). Teknik ini jauh lebih aman dibanding dengan Rontgen (sinar X).

Lebih dari sekadar mendeteksi ada tidaknya penyakit seperti tumor, MRI dapat digunakan untuk merekam pikiran manusia. Misalnya untuk merekam bagian otak yang menanggapi rangsang panas atau dingin. Selain itu, MRI juga dapat digunakan untuk melakukan deteksi dini terhadap gejala epilepsi.

Sumber: *National geographic channel*

Gambar 6.38 Cek Kesehatan dengan Menggunakan MRI

2. Kereta Maglev

Maglev merupakan kependekan dari *magnetically levitated* atau kereta terbang. Kereta *maglev* diterbangkan kurang lebih 10 mm di atas relnya. Meskipun rel dan kereta tidak menempel, kereta maglev yang super cepat mampu melaju hingga 650 km/jam, tidak akan terjatuh dan tergelincir. Hal ini disebabkan kereta *maglev* menerapkan prinsip gaya tolak menolak magnet serta didorong dengan menggunakan motor induksi. Perhatikan Gambar 6.39!

Sumber: *National geographic channel*

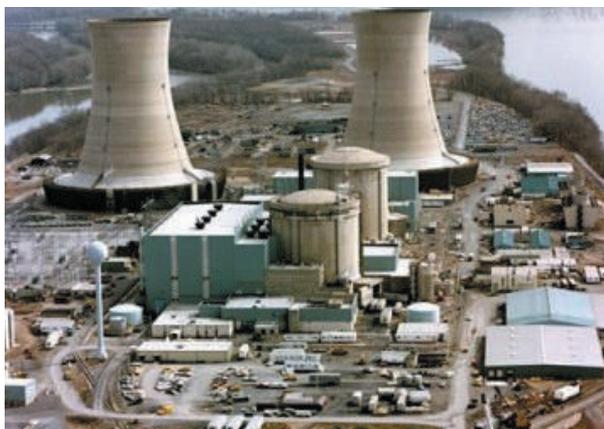
Gambar 6.39 Kereta *Maglev*

Kereta *maglev* telah menjadi alat transportasi massal di beberapa negara maju seperti Jepang, Amerika, Cina, dan beberapa negara di Eropa seperti Prancis, Jerman, dan Inggris. Di Jepang, kereta yang menggunakan prinsip ini, yaitu kereta Shinkansen yang menghubungkan kota Tokyo, Nagoya, dan Osaka. Perhatikan Gambar 6.40!

Sumber: (a) www.uniworldnews.org, (b) d13uygpm1enfng.cloudfront.net

Gambar 6.40 (a) Kereta Shinkansen Jepang, (b) Interior dalam Kereta Shinkansen Saat Uji Coba

3. Pemanfaatan Magnet dalam PLTN

Pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi nuklir untuk menghasilkan listrik. Prinsip kerja PLTN mirip dengan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Pada PLTU, batu bara dibakar untuk memanaskan air sehingga dihasilkan uap air. Uap air kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga generator dapat berputar dan menghasilkan listrik. Pembakaran batu bara secara terus menerus, selain dapat mengurangi jumlah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui juga dapat mencemari lingkungan akibat pembakaran yang menghasilkan asap karbon, sulfur, dan nitrogen.

Pada PLTN, energi yang digunakan untuk menghasilkan uap air yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan turbin diperoleh dari reaksi pemecahan inti atom (fisi) uranium-235 atau melalui penggabungan inti atom (fusi) dalam suatu reaktor nuklir. Uranium-235 diproses sehingga menjadi bentukan kecil seukuran penghapus pensil, namun memiliki energi yang sebanding dengan satu ton batu bara. Panas yang dihasilkan dari pemecahan inti atom mampu mencapai 4.000°C. Reaksi nuklir tersebut menghasilkan berbagai

partikel bermuatan yang berbahaya bagi kesehatan jika menyebar ke lingkungan. Agar partikel tersebut tidak menyebar ke lingkungan, digunakan botol magnet dengan medan magnet yang sangat besar. Botol magnet akan menarik partikel-partikel bermuatan sehingga tetap berada dalam reaktor. Perhatikan Gambar 6.41!

Sumber: Republika.co.id

Gambar 6.41 Reaktor Nuklir

Ayo, Kita Renungkan

Kemagnetan merupakan hal yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia dan makhluk lain penghuni alam semesta ini. Bumi merupakan magnet terbesar yang dapat memberi manfaat besar bagi manusia dan semua makhluk hidup. Magnet bumi memungkinkan manusia untuk menggunakan kompas sebagai penunjuk arah. Banyak hewan juga memanfaatkan gaya magnet bumi sebagai penunjuk arah dalam melakukan migrasi.

Pada masa selanjutnya, perkembangan teknologi yang terinspirasi dari prinsip kemagnetan bumi menghasilkan berbagai penerapan magnet di bidang teknologi. Hal ini banyak membantu aktivitas manusia dengan berbagai peralatan yang bermanfaat bagi kehidupan.

Tuhan menyediakan banyak pelajaran di alam semesta, jangan pernah berhenti untuk belajar dari alam, dan jadilah para penemu hebat selanjutnya. Bagaimanakah sikapmu setelah mempelajari

materi kemagnetan dan pemanfaatannya? Agar dapat membantumu mengetahuinya, jawablah beberapa pertanyaan berikut ini!

Tabel 6.4 Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Kemagnetan dan Pemanfaatannya

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Sudahkah kamu bersyukur kepada Tuhan yang Maha Kuasa atas karunia berupa kemagnetan, sehingga dapat menjadi petunjuk arah atau navigasi bagi makhluk hidup?		
2	Sudahkah kamu bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas karunia berupa peralatan yang menerapkan prinsip kemagnetan seperti trafo, generator, dinamo, MRI, dan kereta *maglev* yang bermanfaat bagi manusia?		
3	Apakah kamu memiliki rasa ingin tahu yang lebih untuk memperdalam pemahaman pada materi kemagnetan dan pemanfaatannya?		
4	Apakah suatu saat nanti kamu ingin menemukan atau mengembangkan alat yang menerapkan prinsip kemagnetan?		
5	Apakah kamu sudah mengetahui pentingnya adaptor pada *charger* alat elektronik dan tidak sembarangan menggunakan adaptor karena masing-masing adaptor memiliki keluaran atau *output* tertentu?		

Coba kamu hitung, total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban “ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban “tidak” mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut:

Skor 0 - 3 : berarti kamu memiliki sikap yang kurang baik dalam mempraktikkan konsep kemagnetan dan pemanfaatannya

Skor 4 - 6 : berarti kamu memiliki sikap yang baik dalam mempraktikkan konsep kemagnetan dan pemanfaatannya

Skor 7 - 10 : berarti kamu memiliki sikap yang sangat baik dalam mempraktikkan konsep kemagnetan dan pemanfaatannya

Untuk kamu yang memiliki sikap yang kurang baik, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan motivasimu dalam belajar terkait konsep kemagnetan dan pemanfaatannya.

Info Tokoh

(781-869)

Al-Jahiz

Ahli biologi pertama yang mencatat perubahan hidup burung melalui migrasi

(1777- 1851)

Hans Christian Oersted

Menemukan efek magnetik (*magnetic effect*) arus listrik sehingga ia menetapkan adanya hubungan antara magnet dan listrik

(1797-1878)

Joseph Henry

Menemukan induksi elektromagnet dan pernah membuat magnet listrik terbesar yang mampu mengangkat beban sebesar 300 kg

(1853-1928)

Hendrik Anton Lorentz

Menemukan besar kuat medan magnet di sekitar kawat berarus

(1942 - sekarang)

Richard Peter Blakemore

Menemukan magnet dalam tubuh bakteri yang disebut magnetosome

(2001)

Kenneth J. Lohmann

Menemukan bahwa beberapa hewan bermigrasi dengan memanfaatkan medan magnet bumi

Rangkuman

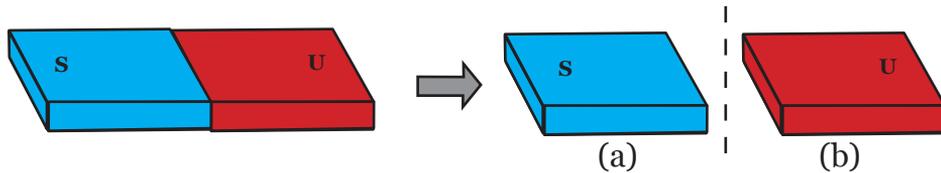
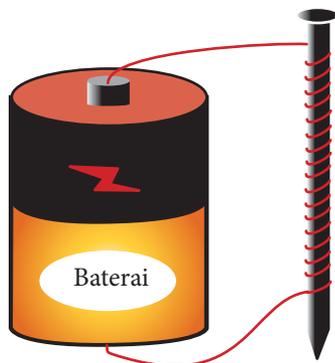
1. Magnet adalah benda yang memiliki kemampuan dapat menarik benda lain. Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik.
2. Lobster duri, bakteri, merpati, elang, salmon, dan penyu laut memanfaatkan prinsip medan magnet bumi untuk navigasi, menghindari predator, dan mencari mangsa.
3. Gaya magnet ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik seperti elektron dan proton (partikel elementer penyusun magnet).
4. Berdasarkan kekuatan magnet untuk menarik benda, bahan magnet dibagi menjadi tiga, yaitu feromagnetik, diamagnetik, dan paramagnetik.
5. Magnet dapat dibuat dengan cara menggosok, induksi (mendekatkan), dan induksi magnetik (elektromagnet).
6. Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti magnet dengan arus bolak-balik atau AC.
7. Interaksi kawat berarus dalam sebuah medan magnet akan menghasilkan gaya, yang disebut sebagai gaya Lorentz.
8. Besarnya gaya Lorentz dipengaruhi oleh besarnya kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari adalah motor listrik, bel listrik, sakelar elektromagnetik, dan telepon kawat.
9. Induksi elektromagnetik membahas tentang konsep arus listrik yang dapat menghasilkan medan magnet dan medan magnet yang mampu menghasilkan listrik. Contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari adalah generator, dinamo AC/DC, dan transformator.
10. Transformator adalah alat yang digunakan untuk mengubah besar tegangan listrik. Berdasarkan penggunaannya, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu transformator *step-down* dan transformator *step-up*.
11. Prinsip kemagnetan diterapkan dalam teknologi MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), kereta *maglev*, dan pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN).

Bagan Konsep

Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi

- mempelajari → **Teori Kemagnetan**
  - mempelajari:
    - **Sifat Bahan Magnet** — terdiri atas:
      - Paramagnetik
      - Diamagnetik
      - Feromagnetik
    - **Cara Membuat Magnet** — dilakukan dengan:
      - Digosok
      - Induksi/ Didekatkan
      - Elektromagnetik
        - diterapkan pada → **Gaya Lorentz** $F = B \cdot I \cdot L$
          - contohnya:
            - Induksi Elektromagnet
            - Dinamo AC/DC
            - Generator AC/ DC
            - Transformator → **Efisiensi Transformator** $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$
        - diterapkan pada:
          - Motor Listrik
          - Telepon Kawat
          - Bel Listrik
          - Sakelar Elektromagnetik
    - **Cara Menghilangkan Sifat Magnet** — Dilakukan dengan:
      - Dipukul-pukul
      - Dialiri Arus AC
      - Dipanaskan
    - **Teori Kemagnetan Bumi** — dimanfaatkan untuk:
      - Migrasi Burung
      - Migrasi Ikan Salmon
      - Migrasi Penyu Laut
      - Migrasi Loster Duri
      - Navigasi Bakteri
- mempelajari → **Kemagnetan dalam Produk Teknologi**
  - contohnya:
    - *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)
    - Kereta *Maglev*
    - PLTN

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

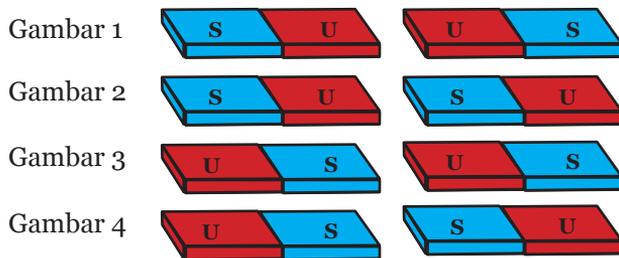
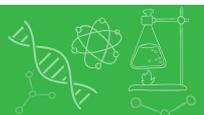
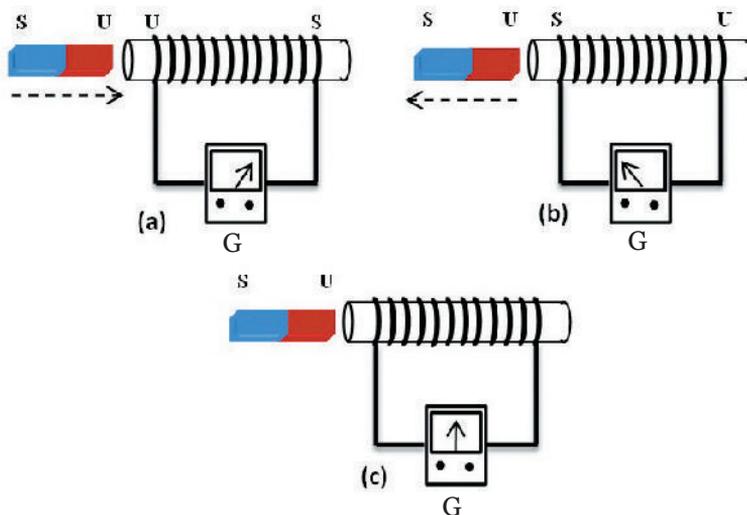
1. Magnet berikut ini yang bekerja dengan memanfaatkan medan magnet bumi adalah ....
   A. magnet U
   B. magnet jarum
   C. magnet batang
   D. magnet ladam
2. Perhatikan gambar berikut!

   Jika sebuah magnet batang dipotong, maka keberadaan kutubnya ....
   A. bagian b tidak memiliki kutub
   B. bagian a memiliki kutub utara dan selatan
   C. bagian a hanya akan memiliki kutub utara saja
   D. bagian a dan b masing-masing hanya memiliki satu jenis kutub saja
3. Perhatikan gambar berikut!

   Jika sebuah paku dililiti oleh kawat yang dialiri arus listrik, maka peristiwa yang akan terjadi pada paku adalah ....

A. paku akan meleleh
B. paku dapat menjadi magnet
C. paku mampu mengalirkan listrik
D. paku tidak mengalami reaksi apapun

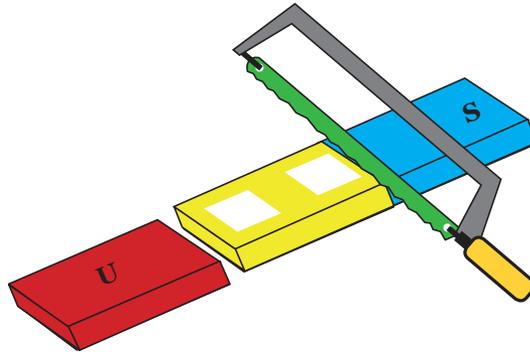
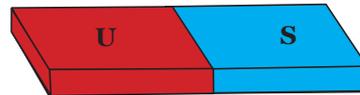
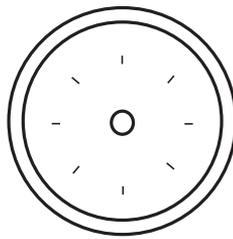
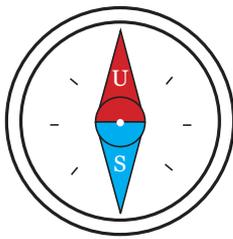
4. Di kotak ada campuran serbuk besi dan pasir. Cara yang paling mudah untuk memisahkan serbuk besi dari pasir adalah ....
   A. menggunakan magnet
   B. menggunakan kaca pembesar
   C. memanaskan campuran tersebut
   D. menuangkan air pada campuran tersebut

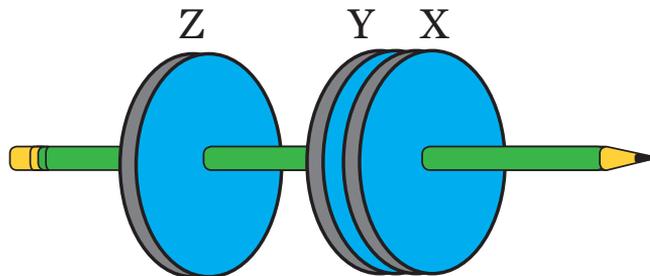
5. Hewan-hewan berikut yang memanfaatkan kemagnetan bumi untuk melakukan navigasi adalah ....
   A. gurita
   B. kepiting
   C. ikan tuna
   D. lobster duri

6. Magnet yang kuat akan memisahkan campuran antara ....
   A. emas dan perak
   B. emas dan bismut
   C. besi dan aluminium
   D. tembaga dan bismut

7. Perhatikan gambar berikut!

   Dari keempat gambar tersebut yang menunjukkan jika dua magnet didekatkan akan tolak-menolak adalah gambar ....
   A. 1 dan 3
   B. 2 dan 3
   C. 1 dan 4
   D. 1, 2, 3, dan 4

8. Seorang siswa melakukan investigasi untuk menguji kekuatan magnet. Siswa tersebut memiliki beberapa magnet dengan ukuran, bentuk, dan massa yang berbeda. Dia menggunakan magnet untuk mengangkat klip logam. Cara mengukur kekuatan magnet melalui investigasi yang benar adalah dengan menghitung ....
   A. massa magnet yang mengangkat klip logam
   B. ukuran magnet yang mengangkat klip logam
   C. jumlah klip logam yang diangkat oleh magnet
   D. klip logam yang tetap menempel pada magnet
9. Peralatan berikut yang memanfaatkan prinsip elektromagnetik adalah ....
   A. kipas angin
   B. jam tangan
   C. lampu listrik
   D. kompor listrik
10. Perhatikan gambar berikut ini!

   Arah gerak jarum galvanometer dipengaruhi oleh ....
   A. jumlah lilitan
   B. besar medan magnet
   C. kecepatan gerak magnet
   D. kutub magnet yang dimasukkan

B. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Sebatang magnet dipotong seperti pada gambar di bawah. Tuliskan simbol U (utara) dan S (selatan) pada kotak untuk menunjukkan kutub dari ujung yang dipotong!

2. Gambar berikut menunjukkan jarum kompas dengan label utara dan selatannya. Kompas tersebut diletakkan di dekat sebuah magnet batang seperti gambar di bawah.

Gambarkan jarum kompas pada lingkaran di atas dan beri label kutub utara dan selatannya. Jelaskan jawabanmu menggunakan pengetahuanmu tentang magnet!

3. Gambar berikut menunjukkan peristiwa yang akan terjadi pada tiga magnet ketika ketiga magnet tersebut diletakkan berdekatan pada sebuah pensil. Magnet X dan Y bergerak sampai bersentuhan tetapi magnet Y dan Z tetap terpisah.

a. Jelaskan mengapa magnet X dan Y dapat bersentuhan?
b. Jelaskan mengapa magnet Y dan Z tetap terpisah?

4. Dayu memiliki dua batang logam. Dia tahu batang logam 1 merupakan magnet.
   a. Bagaimana Dayu menggunakan batang logam 1 untuk mencari tahu jika batang logam 2 adalah magnet?
   b. Apa yang seharusnya Dayu amati jika batang logam 2 merupakan magnet?
5. Jelaskan bagaimana prinsip kerja kereta *maglev*!

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Membuat Generator Sederhana

- **Permasalahan**

Perubahan medan magnet dapat menghasilkan listrik, yang disebut dengan induksi elektromagnetik. Listrik dapat dihasilkan dengan cara menggerakkan magnet batang keluar masuk kumparan. Temuan ini diterapkan pada generator listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

- **Perencanaan**

Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 siswa. Carilah informasi sebanyak-banyaknya di perpustakaan atau internet tentang cara pembuatan generator sederhana. Setelah mendapatkan informasi yang tepat, rancanglah bentuk dan sistem kerja generatormu. Tuliskan perencanaanmu yang meliputi gambar, langkah kerja/cara membuat, dan alat bahan. Kemudian konsultasikan rancangan yang telah kamu buat kepada gurumu.

- **Pelaksanaan**

Persiapkan semua alat dan bahan yang akan kamu gunakan untuk membuat generator. Susunlah bahan yang telah kamu siapkan sehingga menjadi sebuah generator sederhana bersama kelompokmu. Perkiraan waktu pembuatan generator adalah 1-2

minggu. Lakukan dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat menghasilkan generator yang berkualitas! Mintalah bantuan pada orang tua jika kamu merasa kesulitan untuk membuat generatormu.

- **Penilaian**

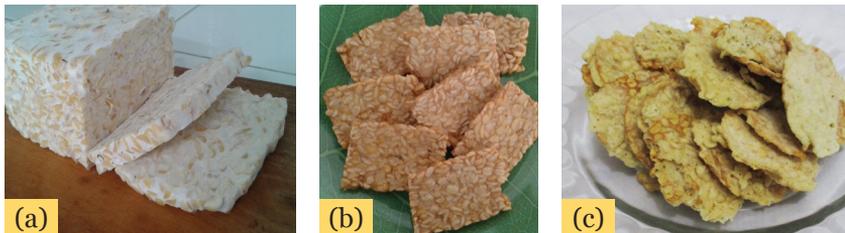
  Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa generator sederhana dan laporan pembuatan generator sederhana.
2. Presentasi tentang perencanaan, pelaksanaan pembuatan generator sederhana, dan produk berupa generator sederhana yang dilakukan di depan kelas.

7 Bioteknologi

Sumber: Dok. Kemdikbud

Tuhan telah menganugerahkan kepada Bangsa Indonesia kekayaan alam yang berlimpah. Baik berupa tumbuhan, hewan, maupun bakteri. Kekayaan alam tersebut banyak dimanfaatkan oleh Bangsa Indonesia untuk membuat berbagai olahan makanan. Gambar di atas contoh berbagai produk makanan olahan yang memanfaatkan hasil alam dengan bantuan mikroorganisme. Bagaimana peran mikroorganisme dalam pembuatan produk-produk bahan makanan tersebut? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, pahami materi dan lakukan kegiatan dalam bab ini dengan penuh semangat!

Mahabesar Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan makhluk hidup di dunia. Setiap makhluk hidup memiliki peran dan manfaat untuk kehidupan manusia. Banyak teknologi yang dikembangkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan memanfaatkan makhluk hidup, misalnya dengan memanfaatkan bakteri dan jamur. Salah satu contoh olahan makanan yang memanfaatkan jamur adalah tempe. Tahukah kamu tempe? Perhatikan Gambar 7.1!

Sumber : Dok. Kemdikbud

Gambar 7.1 (a) Tempe, (b) Tempe Goreng, (c) Keripik Tempe

Pernahkah kamu makan tempe atau makanan olahan dari tempe? Tempe adalah salah satu bahan makanan yang dibuat dari fermentasi kedelai dengan bantuan jamur yang terdapat pada ragi. Tahukah kamu, ternyata tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh dibandingkan kedelai?

Tahukah kamu bahwa tempe memiliki kandungan antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas penyebab kanker? Jika kamu perhatikan struktur tempe, kamu akan menemukan benang-benang putih pada tempe. Benang-benang tersebut disebut dengan hifa. Hifa merupakan tubuh jamur yang membentuk jejaring. Keberadaan hifa menyatukan butiran biji kedelai yang satu dengan yang lainnya, sehingga menjadi struktur yang lebih kompak dan padat yang kita kenal sebagai tempe. Tempe dapat dikelompokkan menjadi salah satu produk bioteknologi karena dalam proses pembuatan tempe melibatkan suatu mikroorganisme. Selain tempe, apa saja makanan sehari-hari yang merupakan produk bioteknologi? Apakah produk bioteknologi hanya berupa makanan saja? Untuk mengetahui jawaban pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari bab ini dengan penuh antusias!

A. Bioteknologi dan Perkembangannya

Ayo, Kita Pelajari

- Pengertian Bioteknologi
- Bioteknologi konvensional
- Bioteknologi modern

Istilah Penting

- Mikroorganisme
- Fermentasi
- Rekayasa genetika
- Plasmid
- Organisme transgenik
- DNA Rekombinan

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini dapat membantu kamu memahami pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.

Pada bagian sebelumnya, kamu telah mengetahui bahwa tempe merupakan salah satu contoh makanan produk dari bioteknologi. Selain tempe, masih banyak jenis makanan maupun minuman yang merupakan produk bioteknologi. Coba kamu cari tahu terlebih dahulu berbagai jenis makanan dan minuman yang merupakan produk bioteknologi!

Ayo, Kita Cari Tahu

Coba kamu cari makanan atau minuman yang merupakan produk bioteknologi dan identifikasilah mikroorganisme yang berperan dalam produksi makanan atau minuman tersebut. Tulislah temuanmu pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Berbagai Jenis Makanan atau Minuman Produk Bioteknologi

No	Jenis Makanan atau Minuman	Bahan yang Digunakan	Mikroorganisme yang Berperan
1	Tempe	Kedelai	*Rhizopus oryzae*

Setelah kamu mencari tahu, ternyata banyak makanan dan minuman yang kamu konsumsi sehari-hari merupakan produk bioteknologi. Tahukah kamu sebenarnya apakah bioteknologi itu? **Bioteknologi** berasal dari kata "bio" yang artinya makhluk hidup dan "teknologi" yang artinya suatu cara (alat) untuk memudahkan manusia dalam memecahkan masalah atau membuat produk yang berguna. Bioteknologi dapat didefinisikan sebagai penggunaan organisme atau bagian dari organisme untuk membuat suatu produk atau jasa, sehingga dapat mensejahterakan manusia.

Bioteknologi mulai berkembang pesat sejak tahun 1857, setelah Louis Pasteur menemukan hasil fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Pada tahun 1920, proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme sudah banyak digunakan untuk membuat larutan kimia, seperti pembuatan alkohol. Bioteknologi yang memanfaatkan secara langsung mikroorganisme seperti bakteri maupun jamur secara langsung, enzim yang dihasilkan mikroorganisme, dan melibatkan proses fermentasi untuk menghasilkan produk atau jasa disebut dengan **bioteknologi konvensional**. Contoh produk bioteknologi konvensional misalnya tempe, tapai, roti, keju, dan yoghurt.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, bioteknologi juga terus berkembang menjadi bioteknologi modern. Dalam bioteknologi modern melibatkan prinsip biokimia, biologi molekuler, dan rekayasa genetika. Bioteknologi modern tidak terlepas dari penemuan enzim-enzim yang membantu dalam proses rekayasa genetika. Melalui teknik **rekayasa genetika,** para ahli bidang bioteknologi dapat menyusun pola gen sedemikian rupa sehingga menghasilkan organisme yang sifat-sifatnya sesuai dengan yang diharapkan. Misalnya, melalui rekayasa genetika dapat dihasilkannya ikan yang memiliki ukuran lebih besar dari ukuran ikan normal. Perhatikan Gambar 7.2!

Sumber : www.biotechnology-europe.com

Gambar 7.2 Ikan Hasil Budi Daya dengan Memanfaatkan Rekayasa Genetika (Atas) dan Ikan Hasil Budi Daya Biasa (Bawah)

Teknik rekayasa genetika dikenal juga dengan istilah teknik **DNA rekombinan,** yaitu proses mengkombinasikan DNA suatu organisme ke dalam DNA organisme lain. Organisme yang menggunakan bagian

gen dari organisme lain di dalam tubuhnya dikenal dengan istilah **organisme transgenik.** Tumbuhan, hewan, dan bakteri transgenik tidak hanya digunakan untuk keperluan penelitian namun juga untuk memenuhi kebutuhan di bidang medis, pertanian, dan peternakan.

B. Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan

Ayo, Kita Pelajari

- Bioteknologi pangan
- Bioteknologi pertanian
- Bioteknologi peternakan
- Bioteknologi kesehatan
- Bioteknologi lingkungan
- Bioteknologi forensik

Istilah Penting

- Tanaman transgenik
- Antibiotik
- Vaksin
- Antibodi monoklonal
- Bioremediasi
- DNA *fingerprinting*

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini dapat membantu kamu memahami pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.

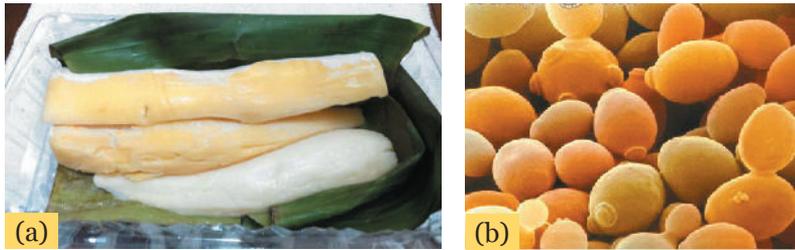
Bioteknologi banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Menurutmu apa saja bidang yang memanfaatkan bioteknologi? Simaklah penjelasan terkait bioteknologi di berbagai bidang berikut ini.

1. Bioteknologi Pangan

Bioteknologi pangan adalah bioteknologi yang digunakan untuk menghasilkan produk makanan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Beberapa contoh produk bioteknologi di bidang pangan yaitu tapai, yoghurt, keju, tempe, kecap, roti, dan minuman beralkohol. Penjelasan mengenai proses pembuatan produk makanan dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai berikut.

a. Tapai

Tapai (Gambar 7.3a) dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada dalam ragi tapai. Salah satu mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan tapai adalah khamir *Saccharomyces cerevisiae.*

Perhatikan Gambar 7.3b agar kamu mengetahui bentuk khamir tersebut!

Sumber : (a) Dok. Kemdikbud, (b) www.visualphotos.com

Gambar 7.3 (a) Tapai Singkong; (b) Khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Agar kamu dapat memahami cara pembuatan tapai, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.1 Membuat Tapai dari Berbagai Jenis Bahan

Apa yang kamu perlukan?

1. Air bersih 2 liter
2. 1 kg bahan yang mengandung karbohidrat (singkong, sukun, ketan, atau bahan lain yang ada di daerahmu)
3. 1 buah dandang untuk mengukus
4. 1 buah kompor
5. 1 bungkus ragi tapai
6. Daun pisang secukupnya
7. 1 buah kotak atau wadah tertutup

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Kupaslah dan bersihkan singkong atau bahan lain yang kamu pilih.
2. Masaklah singkong atau bahan lain yang kamu pilih dengan cara mengukus bahan sampai matang.
3. Biarkan singkong atau bahan lain yang kamu pilih hingga dingin.
4. Amati tekstur, rasa, dan aroma singkong atau bahan yang kamu pilih. Catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 7.2.

5. Taburkan ragi tapai sampai merata.
6. Bungkus dengan rapat bahan yang sudah ditaburi dengan ragi dengan menggunakan daun pisang, lalu masukkan ke dalam wadah tertutup.
7. Biarkan selama 3 hari, setelah 3 hari tapai sudah matang.
8. Amati tekstur, rasa, dan aroma tapai yang telah kamu buat. Catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 7.2.
9. Tanyakan kepada kelompok yang lain hasil pengamatan yang mereka lakukan. Catatlah hasil pengamatan temanmu pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Data Pengamatan Pembuatan Tapai

Bahan	Sebelum Diberi Ragi			Setelah Menjadi Tapai		
	Tekstur	Rasa	Aroma	Tekstur	Rasa	Aroma
Singkong						

Apa yang perlu kamu diskusikan?

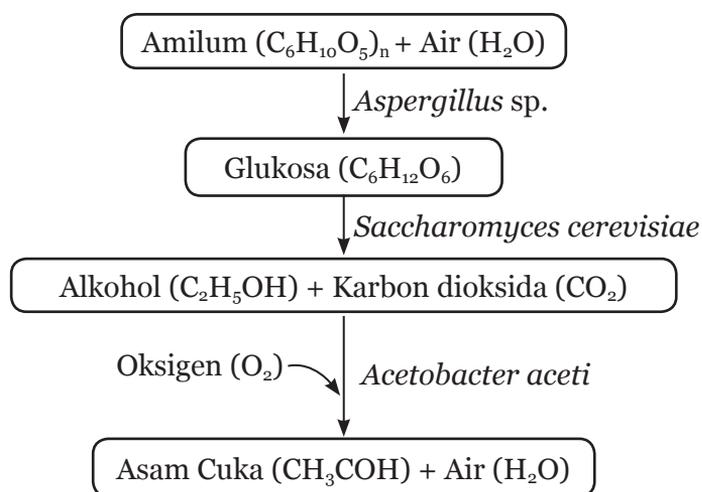
1. Mengapa dalam pembuatan tapai harus ditaburi dengan ragi? Apa saja mikroorganisme yang terdapat pada ragi tapai?
2. Mengapa ragi harus ditaburkan pada saat bahan dalam keadaan dingin?
3. Mengapa dalam pembuatan tapai harus ditutup rapat? Proses apa yang terjadi dalam pembuatan tapai?
4. Mengapa terjadi perubahan tekstur, rasa, dan aroma pada singkong atau bahan lain yang kamu pilih sebagai bahan pembuatan tapai setelah diberi ragi dan diperam selama sekitar 3 hari?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Selain *Saccharomyces cerevisiae,* jamur *Aspergillus* sp., dan bakteri *Acetobacter aceti* juga berperan dalam pembuatan tapai. Mikroorganisme yang terdapat pada ragi tapai memiliki peranan yang sinergis, artinya mikroorganisme tersebut akan bekerja bersama untuk mengubah bahan baku dari singkong atau beras ketan menjadi tapai.

Selama pembuatan tapai terjadi pemecahan (hidrolisis) amilum atau pati menjadi glukosa. Proses ini dibantu oleh jamur *Aspergillus* sp. Proses inilah yang membuat tapai berasa manis. Glukosa yang dihasilkan dari proses tersebut difermentasi menjadi alkohol oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Proses ini menyebabkan tapai memiliki aroma yang khas. Proses fermentasi yang dilakukan mikroorganisme dalam pembuatan tapai merupakan respirasi anaerob. Artinya dalam prosesnya tidak dibutuhkan oksigen.

Apakah ketika memakan tapai kamu merasakan rasa masam? Dari mana rasa masam tersebut? Rasa masam pada tapai disebabkan adanya kandungan asam cuka (asam asetat). Asam cuka dihasilkan dari proses fermentasi alkohol oleh bakteri *Acetobater aceti* secara aerob (dalam keadaan terdapat oksigen). Fermentasi ini terjadi ketika pembungkus tapai terbuka. Oleh karena itu, agar tapai yang dihasilkan tidak terlalu masam, dalam pembuatan tapai harus ditutup rapat. Perhatikan Gambar 7.4!

Sumber: Hastuti, 2012

Gambar 7.4 Perubahan Kimia yang Terjadi dalam Pembuatan Tapai

Tahukah Kamu?

Bioetanol merupakan bahan bakar kendaraan yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Bioetanol masih terus dikembangkan untuk menggantikan bensin, yang diperkirakan beberapa puluh tahun lagi akan habis.

Bioetanol dibuat melalui proses fermentasi alkohol yang prinsipnya sama dengan yang terjadi dalam pembuatan tapai. Artinya, kamu juga dapat membuat bioetanol dari singkong sebagai bahan bakar kendaraan! Teruslah belajar dengan sungguh-sungguh untuk mengembangkan bahan bakar terbarukan ini!

b. Yoghurt

Yoghurt (Gambar 7.5) merupakan makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi susu dengan bantuan bakteri. Yoghurt kaya akan protein, kalsium, vitamin A, B, C, E, dan vitamin K. Mengonsumsi yoghurt secara teratur memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, di antaranya dapat meremajakan kulit, membantu proses pencernaan, menjaga jantung tetap sehat, mencegah hipertensi, mengurangi risiko osteoporosis, mengatasi jerawat, dan mengurangi kolesterol. Apakah kamu pernah membuat yoghurt? Jika belum pernah, ayo kita lakukan aktivitas berikut!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.5 Makanan Olahan Yoghurt

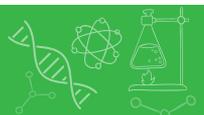
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.2 Membuat Yoghurt

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 liter susu sapi
2. 50 gram gula
3. 50 mL minuman yang mengandung kultur bakteri asam laktat seperti: *chimory*, *yakult,* atau *biokult*.
4. Kompor
5. Panci
6. Pengaduk
7. Termometer
8. *Cup* atau wadah yang dilengkapi dengan tutup
9. Sarung tangan

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Masukkan 1 liter susu sapi ke dalam panci.
2. Tambahkan 50 gram gula pasir lalu aduk hingga merata.
3. Didihkan susu tersebut hingga suhu 90°C selama 15 menit. Untuk mengetahui suhu susu, gunakanlah termometer. Untuk menjaga suhu tetap berada dalam kisaran 90°C aturlah besar kecilnya nyala api kompor. Berhati-hatilah dalam melakukan langkah ini. Gunakan sarung tangan dari kain atau mintalah bantuan dari orang tua atau gurumu. Perlu kamu perhatikan, ketika kamu memasukkan termometer, cukup celupkan ujung bawah termometer pada permukaan susu, jangan sampai ujung bawah termometer menyentuh panci! Karena termometer dapat pecah.
4. Setelah dididihkan selama 15 menit, matikan nyala kompor lalu biarkan suhunya turun hingga 45°C. Perhatikan tekstur dan rasa susu sebelum ditambahkan *chimory*, *yakult,* atau *biokult*.
5. Setelah suhu mencapai 45°C, tambahkan 50 mL *chimory*, *yakult,* atau *biokult*, lalu aduk hingga merata dengan menggunakan pengaduk yang bersih.
6. Siapkan *cup* atau wadah yang memiliki tutup.

7. Tuangkan susu tersebut ke dalam wadah.
8. Simpanlah susu tersebut selama 1 × 24 jam pada suhu ruangan (21° C - 27°C).
9. Setelah 1 x 24 jam, yoghurt sudah siap untuk dikonsumsi. Perhatikan tekstur dan rasa yoghurt yang telah kamu buat.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Mengapa dalam pembuatan yoghurt susu harus dididihkan terlebih dahulu?
2. Amati kemasan *chimory*, *yakult,* atau *biokult*. Bakteri apakah yang terdapat dalam *chimory*, *yakult,* atau *biokult* tersebut?
3. Apa perbedaan tekstur dan rasa antara susu dan yoghurt?
4. Apakah fungsi bakteri tersebut dalam pembuatan yoghurt?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah melakukan percobaan dan diskusi tentang pembuatan yoghurt, apa saja yang dapat kamu simpulkan?

Proses fermentasi susu menjadi yoghurt melibatkan peranan bakteri asam laktat, misalnya *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophillus, Lactobacillus bulgaricus,* dan *Bifidobacteria*. Dalam pembuatan yoghurt, susu harus dididihkan terlebih dahulu pada suhu 85-90°C agar bakteri-bakteri lain mati dan protein dalam susu terdenaturasi (mengalami kerusakan). Bakteri asam laktat mampu mengubah laktosa yang terkandung dalam susu menjadi asam laktat. Asam laktat inilah yang menyebabkan rasa masam pada yoghurt. Akibat dihasilkannya asam laktat, pH menjadi turun. Turunnya pH juga menyebabkan denaturasi protein dan pelepasan kalsium serta fosfat dari protein kasein susu. Akibatnya, protein kasein menjadi tidak stabil dan mengalami pengendapan. Proses tersebut yang menyebabkan yoghurt memiliki tekstur yang kental.

c. Keju

Keju merupakan makanan yang dihasilkan dari proses koagulasi atau pengentalan protein kasein susu. Selama proses pembuatan, susu biasanya dibuat dalam kondisi asam dan ditambahkan *rennet*. Pengasaman susu, dapat dilakukan dengan menambahkan bakteri asam laktat seperti *Lactococcus* sp., *Lactobacillus bulgaricus,* dan *Streptococcus thermophillus*.

Sumber: cheese-r-us.com

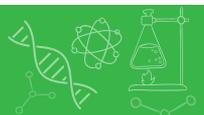
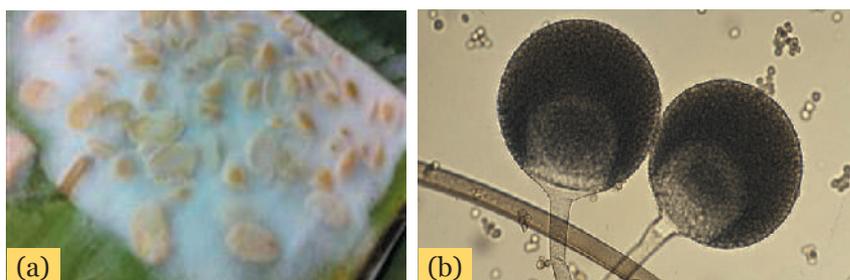
Gambar 7.6 Jenis-Jenis Keju

Rennet merupakan kompleks enzim yang dihasilkan di dalam perut hewan ruminansia (hewan memamah biak) yang komponen penyusun utamanya adalah enzim renin atau enzim *chymosin*. Enzim renin merupakan kelompok enzim protease yang mampu memutuskan ikatan peptida dalam protein yang menghubungkan asam amino satu dengan yang lain. Enzim inilah yang berperan penting dalam pemisahan dan pengentalan protein kasein dalam susu, sehingga terbentuk bagian padat yang disebut dengan dadih (*curd*) dan bagian yang cair disebut dengan air dadih (*whey*). Dadih inilah yang akan diproses lebih lanjut melalui proses pematangan dan pengemasan sehingga terbentuk olahan makanan yang dikenal dengan keju.

Tahukah Kamu?

Selain menggunakan *rennet*, untuk menggumpalkan protein kasein juga dapat menggunakan enzim protease yang dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya pada tumbuhan kaper (*Capparis spinosa* L.), utrika (*Urtica dioica* L.), cinera (*Carduus nutans* L.), dan malva (*Malva sylvestris*) serta enzim protease dari jamur *Rhizomucor miehei.*

d. Tempe

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia yang sering dikonsumsi dan menjadi salah satu makanan favorit. Tahukah kamu bagaimana cara membuat tempe? Pada dasarnya proses produksi

tempe menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhannya, jamur akan menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa. Benang-benang itu mengakibatkan biji-bijian kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak seperti pada Gambar 7.7a.

Sumber : (a) Dok. Kemdikbud; (b) www.pf.chiba-u.ac.jp

Gambar 7.7 (a) Tempe, (b) Struktur Mikroskopis Jamur *Rhizopus oryzae*

Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan nilai gizi kedelai dan tempe pada Tabel 7.3!

Tabel 7.3 Kandungan Gizi Kedelai dan Tempe

Zat Gizi	Satuan	Komposisi Zat Gizi dalam 100 Gram	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kal)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
Serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fosfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
Karotin	(mg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(gram)	12,7	55,3

Sumber: Komposisi Zat Gizi Pangan, Depkes RI,1991

Coba kamu diskusikan beberapa pertanyaan berikut.

1. Berdasarkan Tabel 7.3, sebagian besar zat gizi pada tempe lebih rendah daripada zat gizi pada kedelai, tetapi mengapa mengonsumsi tempe dianggap lebih baik dari pada mengonsumsi kedelai? Apakah keuntungan dari mengonsumsi tempe?
2. Menurut kamu, mengapa terdapat perbedaan kandungan gizi pada kedelai dan tempe?

Berdiskusilah dengan teman dalam kelompokmu dengan tertib dan bertanyalah pada guru kalian bila kamu mengalami kesulitan selama berdiskusi.

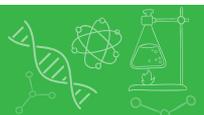
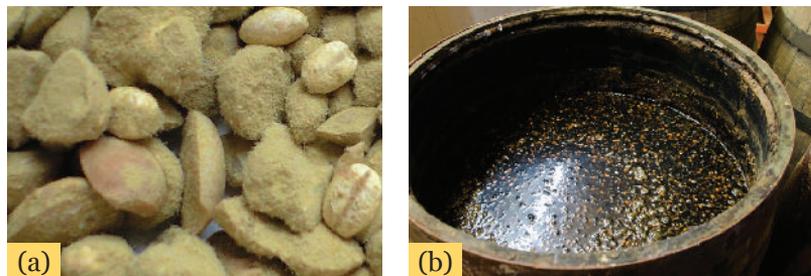
Pada waktu pertumbuhannya, jamur juga akan menghasilkan suatu enzim protease yang dapat menguraikan kompleks protein yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh kita. Inilah alasan yang menjadikan tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh kita daripada kedelai.

e. Kecap

Kecap merupakan salah satu produk hasil bioteknologi yang terbuat dari kacang kedelai (Gambar 7.8). Secara tradisional proses pembuatan kecap melibatkan proses hidrolisis dan fermentasi dengan menggunakan jamur *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sojae*, dan *Aspergillus wentii*. Di Jepang, proses fermentasi dalam pembuatan kecap juga melibatkan *Saccharomyces cerevisiae* dan spesies *Lactobacillus* untuk menghasilkan aroma khas.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.8 Kecap

Pada tahap awal pembuatan kecap, kedelai dicuci hingga bersih, kemudian direbus hingga matang. Selanjutnya, kedelai yang telah direbus ditaburi dengan kultur jamur (Gambar 7.9a). Kemudian, dicampur air garam dengan jumlah tertentu. Setelah beberapa waktu, jamur akan berkembang, menghasilkan enzim yang mampu menghidrolisis amilum menjadi gula sederhana dan

menghidrolisis protein menjadi asam amino. Gula sederhana dan asam amino akan mengalami reaksi membentuk ikatan amino-glikosida sehingga menghasilkan warna cokelat gelap. Dari proses tersebut, akan terbentuk campuran butiran biji kedelai dan cairan kental berwarna cokelat gelap (Gambar 7.9b). Selanjutnya, campuran ini disaring untuk memisahkan cairan dengan butiran biji kedelai. Cairan cokelat gelap tersebut selanjutnya dipanaskan untuk mematikan jamur maupun bakteri. Cairan inilah yang dinamakan kecap, yang biasanya dikemas dalam botol.

Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 7.9 (a) Kacang Kedelai yang Telah Ditumbuhi Jamur *Aspergillus sojae,* (b) Fermentasi Kacang Kedelai

f. Roti

Roti merupakan makanan yang terbuat dari bahan dasar utama tepung terigu dan air. Roti sudah dikenal oleh masyarakat seluruh dunia. Selain tepung terigu dan air, masih banyak komposisi yang ditambahkan ke dalam adonan roti. Perbedaan komposisi ini menyebabkan roti sangat beragam, baik jenis, bentuk, ukuran, dan teksturnya.

Sumber: www.mehrad-co.com

Gambar 7.10 Berbagai Jenis Roti yang Memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*

Ketika kamu memakan roti atau kue donat, pernahkah kamu berpikir bagaimana proses pembuatan roti dan donat? Pembuatan roti dan donat memanfaatkan peristiwa fermentasi yang dibantu oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi yang dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan banyak gas karbon dioksida dan sedikit alkohol. Gas karbon dioksida

akan membuat adonan roti mengembang, sedangkan alkohol akan menghasilkan aroma khas pada adonan roti. Gas karbon dioksida yang terperangkap dalam adonan akan memuai saat adonan dimasukkan ke oven, sehingga membuat roti semakin mengembang, dan meninggalkan rongga dalam roti. Peristiwa ini yang membuat tekstur roti lebih menarik, lebih ringan, dan lebih mudah untuk dikonsumsi.

g. Minuman Beralkohol

Bioteknologi juga banyak dimanfaatkan dalam pembuatan minuman beralkohol, misalnya bir dan *wine*. Bir merupakan minuman beralkohol yang terbuat dari biji serealia, sedangkan *wine* terbuat dari ekstrak buah anggur.

Sumber: Jaquelyn, 2012

Gambar 7.11 Proses Fermentasi *Wine*

Pembuatan minuman beralkohol juga melibatkan proses fermentasi yang dilakukan oleh *Saccharomyces*. Jenis *Saccharomyces* dan jenis bahan baku yang berbeda mampu menghasilkan aroma dan rasa yang khas pada jenis-jenis minuman beralkohol. Lama proses fermentasi memengaruhi jumlah alkohol yang dihasilkan. Semakin lama proses fermentasi minuman, semakin tinggi kandungan alkoholnya. Perhatikan Gambar 7.11!

Ayo, Kita Cari Tahu

Selain tapai, yoghurt, keju, tempe, kecap, dan roti, masih banyak produk bioteknologi dalam bidang pangan, misalnya *nata de coco*, asam cuka, mentega, dan minuman tuak. Coba galilah informasi mengenai produk bioteknologi tersebut bersama kelompokmu!

2. Bioteknologi Pertanian

Peningkatan jumlah penduduk berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan pangan. Saat ini, produksi pangan dengan cara tradisional

tidak lagi memadai untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Keterbatasan ini menuntut para ilmuwan untuk mencari solusi dalam memproduksi bahan pangan dengan cara yang lebih baik. Penerapan bioteknologi modern dalam pertanian menjadi solusi terbaik saat ini untuk mengatasi masalah tersebut. Penerapan bioteknologi modern dalam pertanian berpotensi meningkatkan produksi tanaman budi daya dan mengurangi pemakaian bahan kimia berbahaya seperti pestisida.

Bioteknologi modern dalam pertanian dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetika, yaitu dengan melakukan manipulasi susunan gen suatu organisme sehingga dapat dihasilkan organisme yang memiliki sifat baru. Manipulasi susunan gen dapat dilakukan dengan cara menambah gen suatu organisme yang diambil dari organisme lain atau dengan menghilangkan gen tertentu dalam organisme tersebut. Tanaman yang susunan gennya telah dimanipulasi disebut dengan tanaman transgenik. Saat ini, telah banyak tanaman transgenik yang sudah dikembangkan, misalnya jagung, padi, kedelai, tomat, dan pepaya.

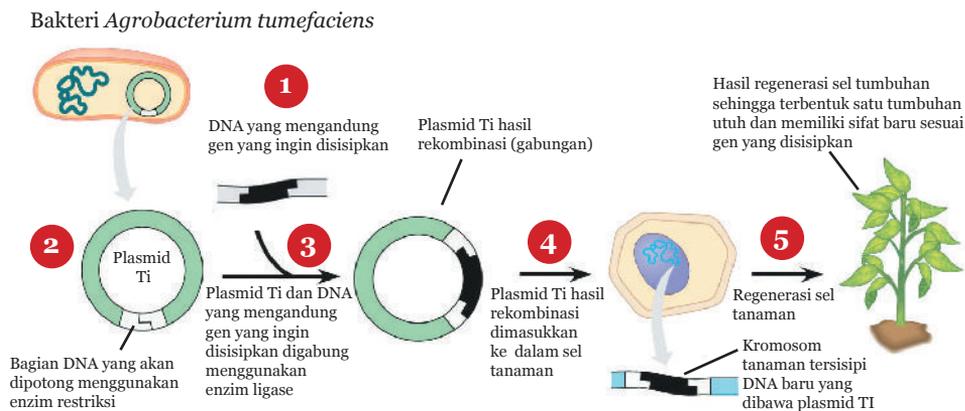
Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan Gambar 7.12! Jagung pada gambar bagian atas merupakan jagung transgenik. Jagung tersebut memiliki sifat tahan hama dibandingkan dengan jagung pada umumnya. Coba kamu diskusikan dengan kelompokmu pertanyaan berikut.

Sumber: www.drtaylorwallace.com

Gambar 7.12 Perbandingan Jagung Tahan Hama (atas) dan Jagung Biasa (bawah)

1. Bagaimana prosedur untuk menghasilkan jagung yang memiliki sifat tahan hama?
2. Analisislah mengapa jagung transgenik mampu memiliki sifat tahan hama dan tidak seperti pada jagung biasa?
3. Apa manfaat dikembangkannya jagung tahan hama bagi manusia?

Melalui rekayasa genetika, suatu tanaman dapat direkayasa agar dapat tahan terhadap serangan hama atau bahkan membunuh hama yang menyerang tanaman tersebut, sehingga dapat meningkatkan hasil produksi. Tanaman juga dapat dirancang untuk tahan terhadap herbisida dan insektisida melalui rekayasa genetika. Bagaimana cara membuat tanaman transgenik? Coba kamu perhatikan Gambar 7.13!

Sumber: Reece, 2012

Gambar 7.13 Teknik Rekayasa Genetika pada Tanaman dengan Bantuan Bakteri *Agrobacterium tumefaciens*

Teknik rekayasa genetika dilakukan melalui beberapa tahapan berikut.

1. Menyiapkan potongan DNA yang mengandung gen tertentu, misalnya gen “tahan serangan hama” dari makhluk hidup lain. Pemotongan DNA dibantu oleh enzim restriksi (enzim pemotong).
2. Menyiapkan vektor (perantara) misalnya menggunakan plasmid Ti yang diambil dari bakteri *Agrobacterium tumefaciens* atau menggunakan virus tertentu. Plasmid adalah suatu DNA dalam bakteri yang berbentuk sirkuler dan mampu melakukan duplikasi secara mandiri. Secara alami plasmid dapat ditransfer ke dalam sel lain dengan membawa gen tertentu.
3. Menggabung (merekombinasi) potongan DNA yang mengandung gen tertentu dengan plasmid Ti menggunakan enzim ligase, sehingga dihasilkan plasmid Ti yang telah mengandung gen “tahan serangan hama”.
4. Memasukkan plasmid Ti yang telah mengandung gen “tahan serangan hama” pada sel-sel tanaman.

5. Tanaman akan mendapatkan DNA yang mengandung gen "tahan serangan hama" dan tumbuh menjadi tanaman yang memiliki sifat tahan terhadap serangan hama.

Melalui rekayasa genetika, dapat dikembangkan pula kacang tanah dan kacang kedelai yang tidak menimbulkan reaksi alergi bagi yang mengonsumsi. Tanaman transgenik lain yang telah dikembangkan adalah beras yang mengandung zat besi dan vitamin A. Beras yang mengandung vitamin A dikenal dengan nama *Golden rice*. Perhatikan Gambar 7.14b!

Sumber: (a) Dok. Kemdikbud, (b) www.goldenrice.org

Gambar 7.14 (a) Beras Normal Berwarna Putih, (b) *Golden Rice* Berwarna Kuning

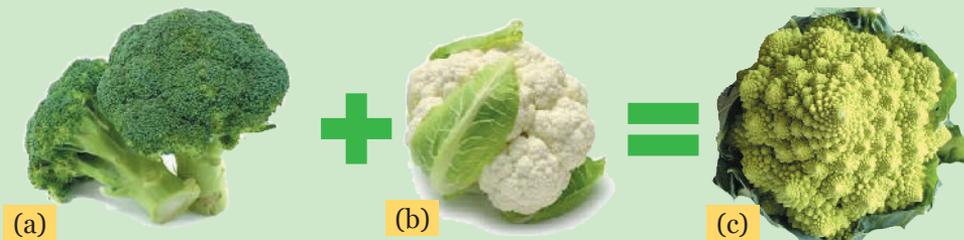
Golden rice dikembangkan dengan cara mengambil gen pengode pembentukan provitamin A atau beta karoten pada tanaman wortel atau pada tanaman lain, kemudian menyisipkannya ke dalam gen tanaman padi. Ketika kita mengonsumsi *golden rice,* provitamin A yang terkandung dalam beras tersebut akan diubah oleh tubuh menjadi vitamin A. *Golden rice* memiliki potensi yang sangat besar untuk mengatasi masalah kekurangan konsumsi vitamin A.

Tahukah Kamu?

Ketika sebuah tanaman terluka, suatu kumpulan sel yang disebut **kalus** tumbuh lebih cepat pada tempat yang terluka. Sel kalus memiliki kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi batang, tunas, akar, dan keseluruhan organ tanaman. Kemampuan itu membuat sel tersebut menjadi objek yang ideal dalam rekayasa genetika. Perhatikan Gambar 7.15!

Sel kalus diselimuti oleh selulosa yang tebal pada dinding selnya, sehingga dapat menjadi pembatas atau penghambat DNA baru yang akan masuk ke dalamnya. Dinding sel tersebut dapat dihancurkan dengan bantuan enzim selulase, sehingga dihasilkan satu sel tanpa dinding yang disebut **protoplas**. Protoplas dapat digabungkan dengan protoplas dari tanaman lain, sehingga dihasilkan suatu sel yang memiliki sifat gabungan kedua jenis tanaman. Metode ini, disebut dengan fusi protoplas. Metode ini telah digunakan pada *broccoflower*, yang merupakan suatu tanaman hasil fusi brokoli (*broccoli*) dengan bunga kol (*cauliflower*). Perhatikan Gambar 7.16!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 7.15 Proses Fusi Protoplas

Sumber : Dok. Kemdikbud

Gambar 7.16 (a) Tanaman Brokoli, (b) Tanaman Kol, (c) Tanaman *Broccoflower*

3. Bioteknologi Peternakan

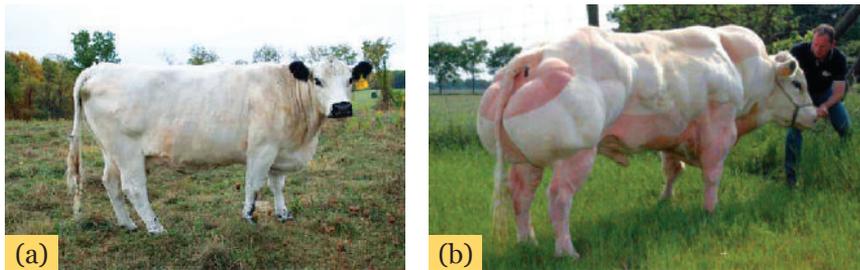
Selain di bidang pertanian, bioteknologi juga banyak diterapkan dalam bidang peternakan, yaitu dengan dikembangkannya hewan transgenik melalui teknik rekayasa genetika. Pada awalnya, hewan transgenik merupakan bahan penelitian para ilmuwan untuk menemukan jenis penyakit yang menyerang hewan tertentu dan cara penanggulangannya. Namun, saat ini ilmuwan telah menggunakan teknik rekayasa genetika untuk berbagai keperluan dalam bidang peternakan, misalnya meningkatkan produksi susu.

Peningkatan produksi susu dilakukan dengan cara memproduksi hormon *bovine somatotropin* (bST) yang kemudian disuntikkan pada sapi perah atau dengan cara membuat sapi perah transgenik yang mampu memproduksi hormon bST lebih banyak. Dengan cara

seperti ini, produksi susu dapat meningkat sekitar 8.3–21.8%. Selain meningkatkan produksi, susu yang dihasilkan juga dapat direkayasa, sehingga lebih kaya protein, dan rendah lemak.

Selain untuk meningkatkan produksi susu, rekayasa genetika juga dapat dilakukan pada hewan ternak agar tahan terhadap penyakit. Misalnya pengembangan sapi transgenik yang tahan terhadap penyakit mastitis, yaitu penyakit pembengkakan pada kelenjar susu yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengembangan sapi transgenik dilakukan dengan cara memasukkan gen pengode enzim *lysostaphin* yang diambil dari bakteri *Staphylococcus simulans*. Melalui rekayasa genetika dapat dikembangkan pula sapi yang mampu menghasilkan daging yang berkualitas dan mampu tumbuh dengan cepat. Perhatikan Gambar 7.17!

(a)

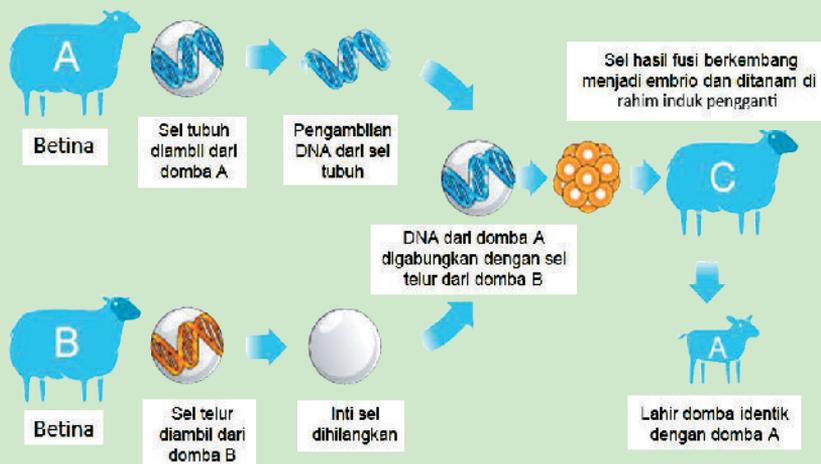
(b)

Sumber : (a) www.britishwhitecattle.us.com, (b) smashingfree.com

Gambar 7.17 (a) Sapi Biasa, (b) Sapi Transgenik

Ayo, Kita Pahami

Salah satu teknik yang banyak digunakan pada bioteknologi dalam bidang peternakan yaitu teknik kloning. Kloning merupakan proses pembentukan suatu individu yang identik secara genetik, melalui proses pemisahan embrio atau penggantian inti sel. Kloning bertujuan untuk menghasilkan individu baru yang seragam. Kloning juga dimanfaatkan manusia untuk memperoleh jenis-jenis hewan unggul.

Tahukah kamu cara mengkloning domba A? Pada tahap pertama diambil beberapa sel tubuh dari domba A. Kemudian diambil sel telur dari domba B. Sel tubuh domba A diambil inti selnya saja dan sel telur domba B dikeluarkan inti selnya sehingga tersisa badan sel

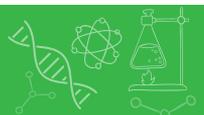
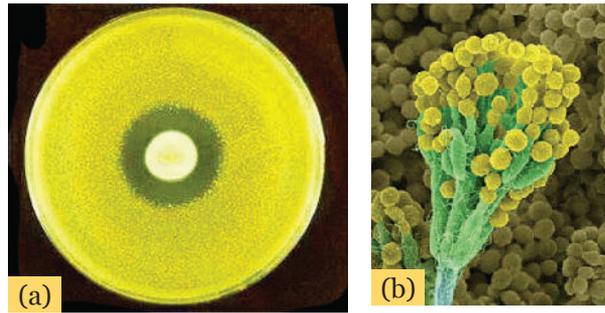
telurnya. Inti sel domba A disuntikkan ke dalam sel telur domba B. Selanjutnya, sel tersebut akan berkembang menjadi embrio dan diimplantasikan atau ditanam di rahim domba lain (domba C). Pada akhirnya, akan lahir domba yang mirip dan identik dengan domba A, karena domba A sebagai pendonor inti sel. Perhatikan Gambar 7.18!

Sumber : www.bbc.co.uk

Gambar 7.18 Proses Kloning Domba

4. Bioteknologi Kesehatan

Bioteknologi banyak diaplikasikan dalam bidang kesehatan atau bidang medis, misalnya pembuatan antibiotik, insulin sintetis, dan vaksin.

a. Antibiotik

Perkembangan bioteknologi dalam bidang kesehatan dimulai dengan penemuan antibiotik penisilin oleh Alexander Fleming tahun 1928. Antibiotik merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, khususnya bakteri. Antibiotik penisilin dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum* (Gambar 7.19).

Sumber:(a) archive.bio.ed.ac.uk, (b) Dennis Kunkel Microscopy, 2008

Gambar 7.19 (a) *Penicillium notatum*, (b) Koloni *Penicillium notatum* yang Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, saat ini ilmuwan telah berhasil menemukan berbagai jenis antibiotik yang diperoleh dari berbagai jenis mikroorganisme. Perhatikan Tabel 7.4!

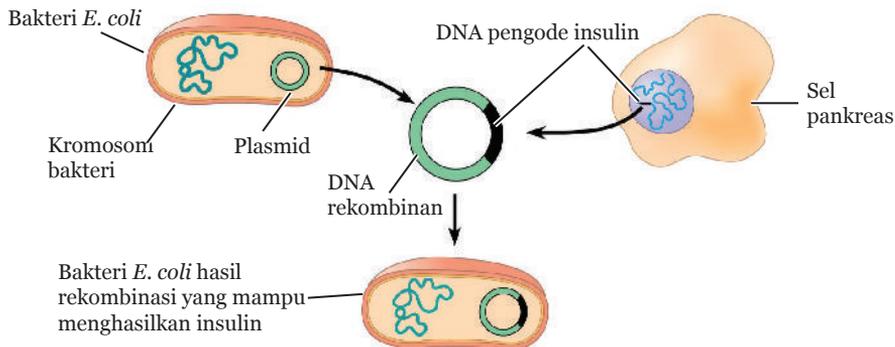
Tabel 7.4 Mikroorganisme yang Dipilih Sebagai Sumber Antibiotik

Nama Mikroorganisme	Antibiotik yang Dihasilkan
Penicillium notatum dan *Penicillium chrysogenum*	Penisilin
Streptomyces griseus	*Streptomycin*
Streptomyces fradiae	*Neomycin*
Streptomyces aureofaciens	*Tetracycline*
Bacillus licheniformis	*Bacitracin*

b. Insulin Sintetis (Humulin)

Pernahkah kamu mendengar penyakit kencing manis atau diabetes melitus? Ada dua tipe penyakit diabetes melitus, tipe I dan tipe II. Penyakit diabetes melitus tipe II disebabkan kerusakan reseptor hormon insulin dalam hati, sedangkan penyakit diabetes melitus tipe I disebabkan seseorang tidak dapat menghasilkan hormon insulin, yang disebabkan rusaknya sel-sel pankreas. Orang yang menderita penyakit diabetes melitus memiliki kadar gula dalam darah yang tinggi.

Gejala awal penderita diabetes melitus, yaitu sering buang air kecil, mudah haus, dan mudah lapar. Jika tidak segera ditangani, akan mengakibatkan komplikasi, seperti penyakit jantung, *stroke,* gagal ginjal, dan kerusakan pada mata. Untuk mengatasi penyakit diabetes

melitus tipe I, penderita perlu mendapatkan tambahan hormon insulin sintetis. Melalui bioteknologi, ilmuwan telah dapat memproduksi hormon insulin sintetis seperti hormon insulin yang dihasilkan oleh pankreas manusia. Tahukah kamu bagaimana hormon insulin sintetis dihasilkan? Perhatikan Gambar 7.20!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 7.20 Rekombinasi Gen Pengode Insulin pada Bakteri *E. coli*

Untuk menghasilkan hormon insulin, DNA yang mengode hormon insulin dalam sel pankreas diambil. Selanjutnya DNA tersebut direkombinasikan ke dalam vektor (perantara), misalnya plasmid. Menggabung (merekombinasi) potongan DNA yang mengode gen tertentu dengan vektor. Plasmid yang telah mengandung DNA pengode hormon insulin dimasukkan ke dalam sel bakteri *E. coli,* sehingga bakteri *E. coli* mengandung DNA pengode hormon insulin. Dengan memiliki DNA tersebut, bakteri mampu menghasilkan hormon insulin. Selanjutnya, hormon insulin yang dihasilkan dimurnikan dan dikemas untuk diberikan pada pasien.

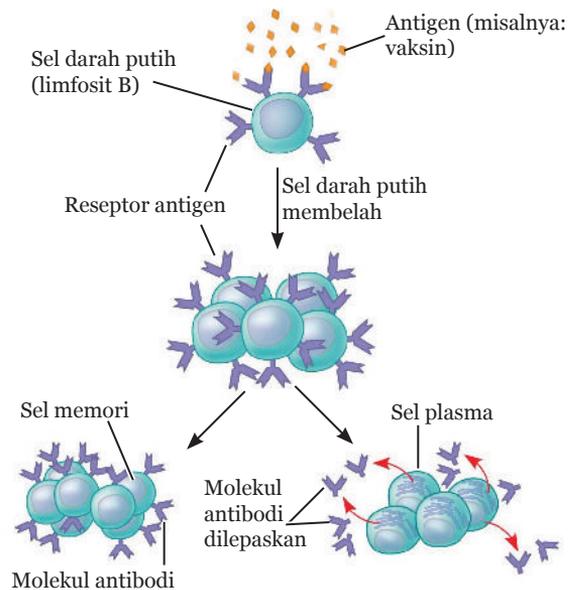
c. Vaksin

Pernahkah kamu mendapatkan imunisasi? Imunisasi atau disebut juga vaksinasi (Gambar 7.21) merupakan langkah yang sangat efektif untuk melindungi tubuh kita dari patogen-patogen yang menyebabkan penyakit, misalnya hepatitis, polio, tetanus, campak, dan lain sebagainya. Vaksinasi adalah suatu proses peningkatan sistem

Sumber : Dok. Kemdikbud

Gambar 7.21 Vaksinasi Lewat Mulut

kekebalan tubuh dengan cara memasukkan vaksin ke dalam tubuh seseorang, sehingga memiliki kekebalan terhadap penyakit tertentu yang disebabkan oleh virus atau bakteri.

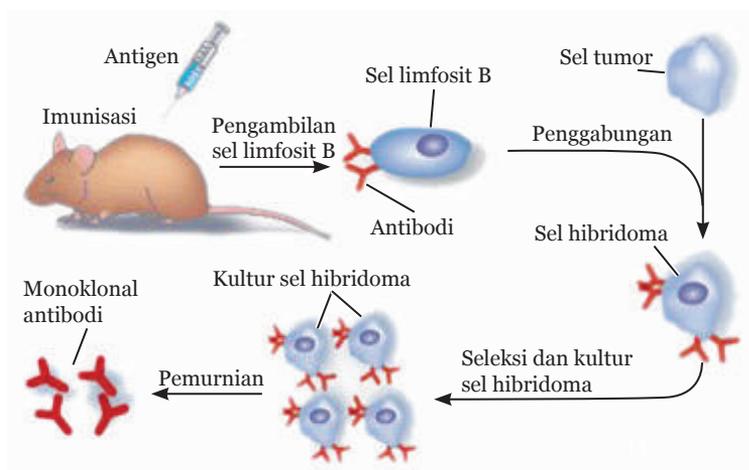
Vaksin dapat berupa bakteri dan virus yang telah dilemahkan atau merupakan bagian kecil dari tubuh bakteri atau virus. Bakteri dan virus memiliki protein khusus pada permukaan tubuh luarnya. Jika protein ini dimasukkan ke dalam tubuh manusia, maka sel darah putih (limfosit B) akan mengenali protein tersebut dan membelah menjadi sel plasma dan sel memori. Sel plasma akan menghasilkan antibodi dan melepaskannya ke dalam cairan tubuh. Sel memori akan tetap mengikat antibodi untuk digunakan ketika ada bakteri atau virus yang sebenarnya masuk ke dalam tubuh, sehingga tubuh dapat dengan segera menangkal bakteri atau virus tersebut. Perhatikan Gambar 7.22!

Sumber : Campbell *et al.* 2012

Gambar 7.22 Mekanisme Pembentukan Antibodi Akibat Pemberian Vaksin

Saat ini ilmuwan telah menghasilkan vaksin yang lebih aman menggunakan teknik-teknik dalam bioteknologi. Ilmuwan telah berhasil mengisolasi gen yang mengode protein yang terdapat dalam permukaan bakteri dan virus tertentu. Gen tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam sel *Saccharomyces*. Sel *Saccharomyces* yang berkembang biak akan menghasilkan protein yang sama dengan protein yang terdapat pada permukaan luar bakteri atau virus, namun

tidak berbahaya bagi tubuh. Jika protein tersebut disuntikkan ke dalam tubuh, maka tubuh akan memproduksi antibodi yang akan menangkal serangan bakteri atau virus yang sesungguhnya.

d. Antibodi Monoklonal

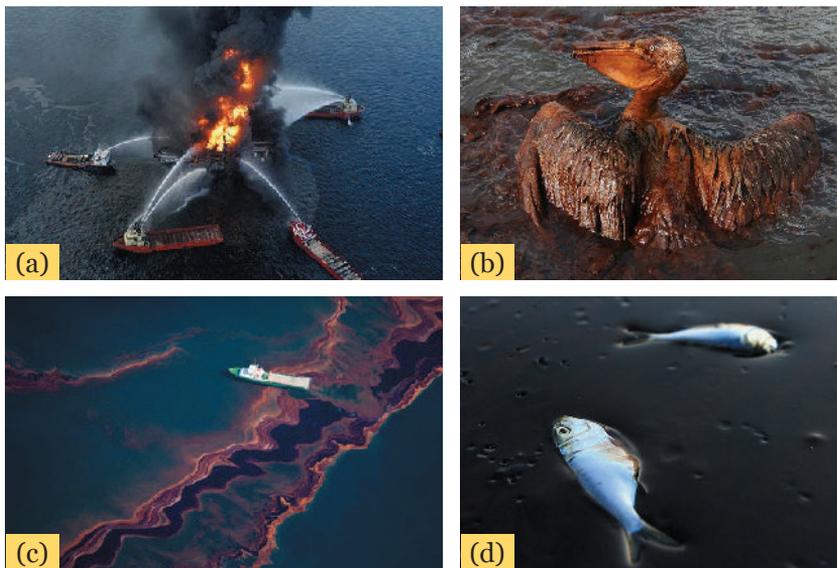
Pernahkah kamu mendengar antibodi monoklonal? Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari tentang vaksin bukan? Vaksin merupakan suatu antigen (benda asing). Ketika vaksin masuk dalam tubuh, akan memicu sel limfosit B untuk menghasilkan antibodi tertentu untuk menghancurkan antigen. Antibodi monoklonal adalah antibodi yang spesifik untuk satu jenis antigen, yang dihasilkan dari satu jenis sel limfosit B yang merupakan hasil kloning dari sel induk. Antibodi monoklonal umumnya dihasilkan dari kultur sel yang melibatkan penggabungan (fusi) sel myeloma (sel tumor) dan sel limfosit B dari tikus atau dari kelinci. Perhatikan Gambar 7.23!

Sumber : Dok. Kemdikbud

Gambar 7.23 Prosedur Pembentukan Antibodi Monoklonal

Untuk menghasilkan antibodi monoklonal, tikus atau kelinci diimunisasi terlebih dahulu dengan antigen tertentu. Akibatnya, sel limfosit B kelinci akan mengenali antigen tersebut dan akan membentuk antibodi. Sel limfosit selanjutnya difusikan dengan sel tumor membentuk sel hibridoma. Penggabungan sel tumor ini dimaksudkan agar sel limfosit dapat terus membelah menghasilkan antibodi. Sel hibridoma kemudian diseleksi untuk selanjutnya dikultur sehingga dapat lebih banyak dihasilkan antibodi. Antibodi yang dihasilkan selanjutnya dimurnikan kemudian dikemas untuk digunakan terapi,

misalnya untuk terapi artritis, penolakan saat transplantasi organ, kanker sel darah putih, kanker payudara, dan jenis kanker yang lainnya.

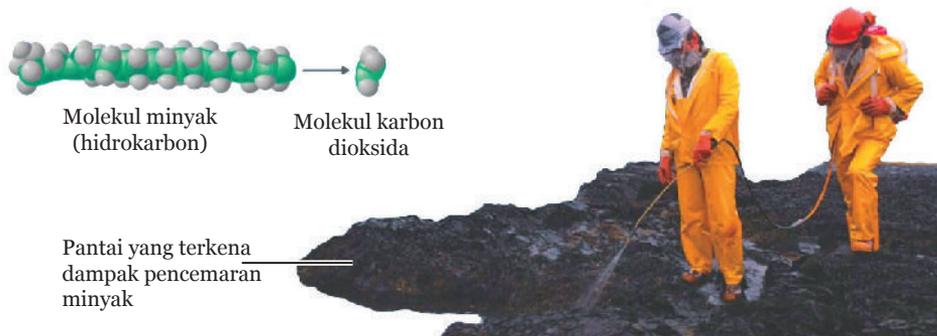
5. Bioteknologi Lingkungan

Pernahkah kamu mendengar informasi tentang pencemaran air laut oleh tumpahan minyak? Tahukah kamu apa yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran tersebut? Perhatikan Gambar 7.24! Sampai saat ini sudah beberapa kali terjadi kasus pencemaran air laut oleh tumpahan minyak di perairan Indonesia, contohnya di Kepulauan Seribu, pantai Balikpapan, dan pantai Laut Timor. Pencemaran minyak di lautan dapat berasal dari ladang minyak bawah tanah, operasi kapal tanker, perbaikan atau perawatan kapal, tangki bahan bakar kapal, kecelakaan kapal tanker, dan limbah industri. Pencemaran air laut oleh minyak dapat menyebabkan ikan, kepiting, udang, dan terumbu karang menjadi mati.

Sumber: (a) media.treehugger.com, (b) images.nationalgeographic.com, (c) static.guim.co.uk, (d) northdallasgazette.com

Gambar 7.24 (a) Kapal Pengangkut Minyak yang Terbakar, (b) Burung yang Terkena Tumpahan Minyak di Lautan, (c) Kondisi Air Laut yang Tercemar oleh Minyak, (d) Ikan Dapat Mati Akibat Pencemaran Minyak Bumi

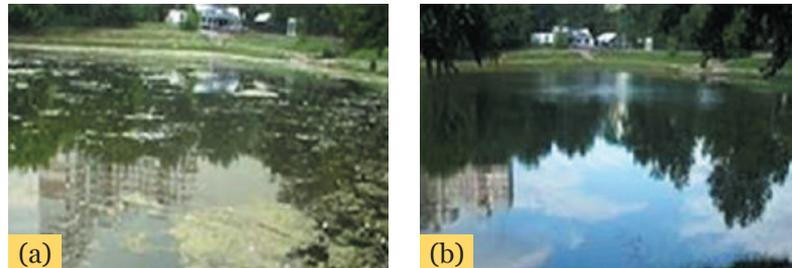
Sebagaimana yang telah kamu ketahui bahwa massa jenis (ρ) air laut dan minyak berbeda. Inilah yang mengakibatkan minyak tidak dapat bercampur dengan air dan membentuk lapisan tersendiri pada bagian permukaan air. Lapisan minyak tersebut akan menempel pada permukaan rumput laut serta tumbuhan laut lainnya, sehingga mengganggu proses respirasi dan fotosintesis.

Dampak lain dari pencemaran tersebut adalah rusaknya ekosistem bakau. Lapisan minyak yang terbentuk di permukaan laut akan dapat menutupi akar bakau yang mengakibatkan pertukaran antara O_2 dan CO_2 pada akar bakau berkurang. Dalam jangka waktu yang lama, kondisi ini akan dapat mengakibatkan akar bakau busuk dan kemudian menyebabkan kematian pada tumbuhan bakau.

Bagaimana upaya untuk menanggulangi pencemaran tersebut? Sebagai upaya menanggulangi masalah tersebut, ilmuwan memanfaatkan bakteri dari genus *Pseudomonas* untuk membersihkan tumpahan minyak. Bakteri *Pseudomonas* mampu memanfaatkan minyak sebagai sumber energinya dengan cara memecah molekul minyak menjadi karbon dioksida (CO_2). Namun, yang dilakukan bakteri tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama. Untuk mempercepat proses tersebut, ilmuwan menambahkan formula yang mengandung senyawa kalium fosfat dan urea sebagai nutrisi tambahan bagi bakteri. Perhatikan Gambar 7.25!.

Sumber: Tortora *et al.* 2010

Gambar 7.25 Penyemprotan Lingkungan yang Tercemari Minyak dengan Nutrisi bagi Bakteri

Pemanfaatan bakteri untuk mendegradasi atau menguraikan polutan yang mencemari lingkungan disebut **bioremediasi**. Selain untuk mengatasi pencemaran di laut, bioremediasi juga banyak digunakan untuk mengatasi pencemaran di perairan, seperti di

kolam atau danau. Perhatikan Gambar 7.26! Selain menggunakan bakteri, penanggulangan pencemaran lingkungan dapat menggunakan tanaman tertentu, misalnya eceng gondok dan bunga matahari. Teknik tersebut disebut **fitoremediasi**.

Sumber: wordpress.com

Gambar 7.26 Foto Pembersihan Polutan yang Dibantu oleh Bakteri Melalui Proses Bioremediasi (a) Foto Sebelum Bioremediasi, (b) Foto Setelah Bioremediasi

Ayo, Kita Selesaikan

Biogas merupakan salah satu produk bioteknologi di bidang lingkungan. Biogas banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Kemukakan alasan biogas dimasukkan ke dalam produk bioteknologi!

6. Bioteknologi Forensik

Forensik merupakan aplikasi teknik-teknik dan metode ilmiah yang digunakan untuk menginvestigasi suatu kejahatan atau tindak kriminal. Pada awalnya, untuk mencari atau menginvestigasi pelaku suatu tindak kejahatan hanya menggunakan tes sidik jari saja. Namun, seiring dengan perkembangan bioteknologi, telah ditemukan teknik investigasi yang lebih akurat yaitu melalui teknik *DNA fingerprinting* atau sidik DNA.

Sumber : wikispace.com

Gambar 7.27 Profil Pita DNA

DNA fingerprinting adalah teknik yang dilakukan untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan pada profil pita DNA (Gambar 7.27). Ada dua aspek yang digunakan dalam *DNA fingerprinting*, yaitu adanya keseragaman dan variasi profil DNA pada satu individu. Prosedur *DNA fingerprinting* memiliki kesamaan dengan teknik investigasi menggunakan tes sidik jari. Dalam tes sidik jari dilakukan pencocokan profil sidik jari seseorang. Sementara itu, pada *DNA fingerprinting* dilakukan pencocokan profil DNA individu. DNA dapat digunakan sebagai acuan dalam investigasi karena profil DNA unik pada setiap individu dan memiliki keterkaitan dengan profil DNA dalam suatu keluarga.

Tahukah Kamu?

Bioteknologi juga diaplikasikan dalam industri pertambangan. Misalnya untuk memisahkan biji besi dari campuran bahan-bahan lain dapat digunakan bakteri jenis *Thiobaccillus ferooxidan*.

Sumber: denniskunkel.com

Gambar 7.28 Bakteri *Thiobaccillus ferooxidan*

C. Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi

Ayo, Kita Pelajari

Dampak penerapan bioteknologi di bidang:
- Lingkungan
- Kesehatan

Istilah Penting

- Polusi gen
- Monokultur
- Plasma nutfah

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan menambah pengetahuan sebagai bahan pertimbangan bagimu, sehingga kamu dapat lebih bijak dalam menerapkan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan pembahasan sebelumnya kamu tentu telah mengetahui berbagai manfaat bioteknologi dalam kehidupan manusia, di antaranya dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kesehatan,

lingkungan, dan forensik. Sampai saat ini ilmuwan terus melakukan penelitian dalam bidang bioteknologi yang dapat menghasilkan suatu produk baru, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan manusia. Akan tetapi, selain memberikan berbagai keuntungan, penerapan bioteknologi juga memiliki dampak negatif.

Ayo, Kita Diskusikan

Tempe merupakan makanan khas Indonesia. Hampir seluruh masyarakat Indonesia mengonsumsi tempe, sehingga kebutuhan dan ketersediaan tempe sangat tinggi. Tempe diproduksi dalam skala besar oleh pabrik tempe. Pabrik-pabrik tersebut akan menghasilkan limbah berupa kulit dan ampas biji kedelai. Berdasarkan permasalahan itu coba analisislah pertanyaan berikut.

1. Apa dampak limbah yang dihasilkan oleh pabrik tempe bagi lingkungan?
2. Menurutmu, bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi keberadaan limbah dari pembuatan tempe?

Berdiskusilah dengan tertib dan bertanyalah pada guru bila kamu mengalami kesulitan selama berdiskusi.

1. Dampak terhadap Lingkungan

Masih ingatkah kamu dengan tanaman transgenik atau hewan transgenik? Tanaman atau hewan transgenik memiliki susunan gen yang telah dimodifikasi, baik ditambahkan suatu gen atau dilakukan pengurangan suatu gen organisme tersebut. Organisme transgenik ini jika tidak dikelola dengan baik, akan dapat mencemari keanekaragaman gen yang ada di lingkungan alami atau merusak plasma nutfah. Plasma nutfah merupakan materi yang membawa sifat suatu makhluk hidup. Proses pencemaran tersebut dikenal dengan **polusi gen**. Misalnya, pengembangan tanaman jagung transgenik yang tahan terhadap herbisida, jika jagung transgenik ini ditanam di lahan alami, maka serbuk sari dapat membawa gen jagung transgenik dan menyerbuki

jagung alami. Penyerbukan seperti ini membuat gen-gen pada jagung alami terkontaminasi dengan gen-gen dari tanaman jagung transgenik. Perhatikan Gambar 7.29!

Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 7.29 Peneliti Sedang Mengamati Monokultur Jagung Transgenik

Tanaman transgenik biasanya merupakan tanaman unggul. Sifat unggul ini membuat petani lebih cenderung menanam tanaman transgenik (monokultur) dan tidak lagi menanam tanaman lokal. Akibatnya, tanaman lokal (bukan tanaman transgenik) akan menjadi langka. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah plasma nutfah. Penggunaan tanaman transgenik juga dapat menimbulkan hama baru yang lebih kuat daripada hama sebelumnya dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

2. Dampak terhadap Kesehatan

Banyak masyarakat yang khawatir bahwa pengembangan tanaman dan hewan transgenik berbahaya bagi kesehatan manusia. Hal ini disebabkan di dalam organisme transgenik terdapat kombinasi gen baru, yang jika dikonsumsi oleh manusia dikhawatirkan dapat memicu munculnya penyakit pada beberapa orang yang sensitif terhadap zat yang dihasilkan oleh organisme transgenik. Berdasarkan hasil penelitian terhadap tanaman kedelai transgenik yang mengandung gen dari kacang Brazil dapat memicu reaksi alergi pada orang tertentu yang sensitif terhadap kacang Brazil. Meskipun demikian, tidak semua orang mengalami reaksi alergi karena mengonsumsi produk

tanaman atau hewan transgenik. Beberapa produk bioteknologi lainnya, seperti alkohol dapat disalahgunakan untuk dibuat menjadi minuman beralkohol yang apabila dikonsumsi terus-menerus dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan.

3. Dampak terhadap Sosial dan Ekonomi

Berbagai produk dari bioteknologi juga berpengaruh terhadap bidang ekonomi dan sosial. Seseorang yang memiliki modal dapat mengembangkan pertanian transgenik yang dapat meningkatkan hasil panen menjadi sangat berlimpah dengan kualitas sangat baik. Tindakan ini tentunya dapat membuat petani tradisional kalah bersaing dalam pemasaran, sehingga dapat menimbulkan kerugian bagi petani tradisional. Jika masalah ini terus berlanjut, maka akan menimbulkan kesenjangan perekonomian yang semakin besar. Begitu juga apabila negara yang sudah maju dalam mengembangkan organisme transgenik memasarkan produknya dalam perdagangan internasional, tentunya produk negara berkembang akan kalah. Akibatnya penghasilan negara pun dapat berkurang. Kondisi ini juga dapat membuat negara berkembang menjadi tergantung pada produk negara maju.

Ayo, Kita Pikirkan!

Tanaman transgenik telah banyak beredar di Indonesia. Para petani banyak yang menanam tanaman transgenik di lahan-lahan pertanian mereka. Tanaman transgenik ada yang bersifat racun pada beberapa hama tertentu. Menurutmu apa yang akan terjadi pada hama pemakan tanaman tersebut dan apa dampaknya bagi ekosistem? Jelaskan jawabanmu!

Ayo, Kita Renungkan

Tidak satu makhluk pun diciptakan Tuhan dengan sia-sia. Mungkin kamu pernah mendengar beberapa penyakit di tubuh manusia disebabkan oleh mikroorganisme bakteri dan jamur. Tahukah kamu, ada beberapa mikroorganisme yang justru sangat bermanfaat bagi manusia? Tempe, kecap, dan keju merupakan contoh produk makanan yang telah dikembangkan oleh manusia dengan bantuan bakteri dan jamur dalam pembuatannya. Mikroorganisme tersebut dapat membantu berbagai proses fermentasi.

Proses fermentasi oleh mikroorganisme mampu memberi solusi dalam penyediaan sumber pangan baru untuk memenuhi kebutuhan pangan dengan kualitas yang baik untuk tubuh manusia. Melalui rekayasa genetika ilmuwan dapat menyediakan bahan pangan yang berkualitas dan instan untuk manusia. Dengan berbagai manfaat yang terdapat pada makhluk hidup, kita patut bersyukur dengan segala sesuatu yang telah diciptakan Tuhan demi memenuhi kebutuhan manusia.

Tabel 7.5 Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi Terkait Bioteknologi

No	Pertanyaan/Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya sangat bersyukur kepada Tuhan yang telah menciptakan mikroorganisme yang bermanfaat dalam bidang bioteknologi.		
2	Saya lebih suka mengonsumsi tanaman organik daripada tanaman hasil transgenik.		
3	Saya akan belajar dengan lebih rajin karena saya nantinya ingin menjadi ilmuwan yang mampu mengembangkan produk bioteknologi yang ramah lingkungan.		
4	Saya akan mengaplikasikan ilmu tentang bioteknologi yang saya miliki dalam kehidupan sehari-hari.		
5	Saya selalu termotivasi saat pembelajaran bioteknologi.		
Total			

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban "ya" mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban "tidak" mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut:

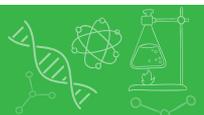
Skor 0 - 3 : berarti kamu memiliki sikap yang kurang baik dalam mempelajari bioteknologi.

Skor 4 - 6 : berarti kamu memiliki sikap yang baik dalam mempelajari bioteknologi.

Skor 7 - 10 : berarti kamu memiliki sikap yang sangat baik dalam mempelajari bioteknologi.

Untuk kamu yang memiliki sikap yang kurang baik, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan motivasimu dalam mempelajari bioteknologi.

Info Tokoh

Menunjukkan bahwa *The Transforming Principle* merupakan senyawa asam nukleat tipe deoksiribose. Eksperimen Griffifth dan Avery serta kawan-kawannya merupakan awal era bioteknologi karena dengan eksperimennya orang dapat melakukan perubahan sifat genetik suatu jasad.

Rangkuman

1. Bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip biologi, biokimia, ilmu rekayasa, serta ilmu lainnya dalam pengolahan bahan dengan memanfaatkan makhluk hidup dan komponen-komponennya untuk menghasilkan barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan manusia.
2. Bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
3. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan.
4. Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara memanipulasi materi genetik, baik dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu.
5. Contoh produk bioteknologi konvensional adalah tapai, tempe, yoghurt, keju, dan kecap. Contoh produk bioteknologi modern adalah organisme transgenik.
6. Bioteknologi banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang di antaranya dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kesehatan, lingkungan, dan forensik.
7. Pada pembuatan tapai terlibat kerja sama mikroorganisme yaitu *Saccharomyces cerevisiae*, jamur *Aspergillus* sp., dan bakteri *Acetobacter aceti*.
8. Yoghurt merupakan makanan yang dihasilkan dari fermentasi susu dengan bantuan bakteri *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophillus, Lactobacillus bulgaricus*, dan *Bifidobacteria*.
9. Keju merupakan makanan yang dihasilkan dari proses koagulasi atau pengentalan protein kasein susu dengan bantuan *rennet* dan bakteri asam laktat seperti *Lactococcus* sp., *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophillus*.
10. Proses pembuatan tempe juga melibatkan proses fermentasi yang dilakukan oleh jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus*.

11. Proses pembuatan kecap melibatkan proses hidrolisis dan fermentasi dengan menggunakan jamur *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sojae*, dan *Aspergillus wentii.*
12. Melalui rekayasa genetika mampu diciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap hama atau mampu menambah nilai gizi, seperti dikembangkannya *golden rice* yang mengandung vitamin A.
13. Aplikasi bioteknologi dalam bidang peternakan yaitu peningkatan produksi susu dilakukan dengan cara memproduksi hormon *bovine somatotropin* (bST), pengembangan hewan ternak sehingga tahan terhadap penyakit, dan memiliki pertumbuhan yang cepat.
14. Aplikasi bioteknologi dalam bidang kesehatan misalnya dihasilkannya antibiotik, vaksin, hormon insulin sintetis, dan antibodi monoklonal.
15. Dalam bidang forensik, bioteknologi banyak dimanfaatkan dalam proses investigasi menggunakan teknik *DNA fingerprinting*.
16. Bioteknologi juga banyak digunakan dalam bidang lingkungan, misalnya melalui bioremediasi, yaitu pemanfaatan bakteri untuk mendegradasi atau menguraikan polutan yang mencemari lingkungan.
17. Selain membawa manfaat ternyata bioteknologi dapat merugikan manusia, misalnya: a. Produk bioteknologi hasil rekayasa genetika dapat menyingkirkan plasma nutfah, yaitu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli; b. Produk makanan beralkohol menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan bila dikonsumsi.

Bagan Konsep

Bioteknologi

memiliki:

- **Bioteknologi dan Perkembangannya**
  - Bioteknologi Konvensional
    - melibatkan:
      - Mikroorganisme secara langsung
      - Proses Fermentasi
  - Bioteknologi Modern
    - melibatkan:
      - Rekayasa Genetika
- **Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan**
  - meliputi:
    - Bioteknologi Pangan
      - contoh: Tapai, Yoghurt, Keju, Tempe, Kecap, Roti
    - Bioteknologi Pertanian
      - contoh: *Golden rice*, Tanaman tahan hama
    - Bioteknologi Peternakan
      - contoh: Ternak tahan penyakit, Produksi susu lebih cepat dan rendah lemak
    - Bioteknologi Kesehatan
      - contoh: Insulin sintesis, Vaksin
    - Bioteknologi Forensik
      - contoh: *DNA Fingerprinting*
    - Bioteknologi Lingkungan
      - contoh: Bioremediasi, Fitoremediasi
- **Dampak Perkembangan dan Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan**
  - Dampak terhadap lingkungan
  - Dampak terhadap kesehatan
  - Dampak terhadap sosial dan ekonomi

Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Produk berikut yang dibuat dengan bantuan bakteri adalah ....
   A. tahu
   B. kecap
   C. yoghurt
   D. tempe
2. Berikut ini yang termasuk bioteknologi adalah ....
   A. pemanfaatan kedelai untuk membuat tahu
   B. pemanfaatan bakteri untuk pengomposan
   C. menggabungkan dua sifat tanaman dengan cara okulasi
   D. pemanfaatan bakteri untuk membuat asam cuka
3. Adonan roti yang sudah diberi khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) harus ditutup rapat dengan tujuan agar ....
   A. khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
   B. khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
   C. khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbon dioksida
   D. khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbon dioksida
4. Jamur *Aspergillus wentii* berperan dalam pembuatan ....
   A. tapai
   B. oncom
   C. tempe
   D. kecap

5. Reaksi kimia yang terjadi pada peristiwa fermentasi, seperti pada pembuatan tapai adalah ....
   A. glukosa $\rightarrow$ CO_2 + H_2O + energi
   B. glukosa $\rightarrow$ CO_2 + alkohol + energi
   C. glukosa + O_2 $\rightarrow$ CO_2 + H_2O + energi
   D. glukosa + O_2 $\rightarrow$ CO_2 + alkohol + energi
6. Prinsip pada bioteknologi industri adalah ....
   A. menggunakan teknik fermentasi
   B. memproduksi barang dan jasa untuk kebutuhan komersial
   C. menggunakan bioteknologi untuk memenuhi kebutuhan konsumen
   D. memproduksi barang dan jasa dalam skala besar dengan cara efisien melalui pemanfaatan mikroorganisme
7. Semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, mendorong dikembangkannya bioteknologi yang dapat memenuhi kebutuhan bahan pangan dengan kualitas yang tinggi. Berikut upaya yang dapat dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, kecuali ....
   A. pengembangan kloning
   B. pengembangan hewan transgenik
   C. pengembangan protein sel tunggal
   D. pengembangan teknik fermentasi makanan
8. Bioteknologi dalam penerapannya tidak selalu bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, akan tetapi juga berdampak negatif bagi lingkungan. Salah satu dampak negatif bioteknologi bagi lingkungan adalah ....
   A. menghasilkan limbah yang tinggi
   B. menghasilkan alkohol yang tinggi
   C. menciptakan bahan pangan transgenik
   D. mengurangi plasma nutfah di Indonesia

9. Pembuatan insulin dengan menyisipkan gen pembentuk insulin dengan gen bakteri adalah salah satu contoh aplikasi bioteknologi yang disebut ....
   A. kloning
   B. mutasi
   C. transplantasi
   D. rekayasa genetika

10. Vaksin merupakan salah satu produk bioteknologi dalam bidang kesehatan. Vaksin disebut sebagai produk bioteknologi karena ....
   A. diproduksi dalam skala besar dengan memanfaatkan mikroorganisme
   B. proses pembuatannya melalui teknik rekayasa genetika dengan memanfaatkan bakteri
   C. proses pembuatannya melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan *Saccharomyces*
   D. proses pembuatannya melalui teknik rekayasa genetika dengan memanfaatkan *Saccharomyces*

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Perhatikan data gizi bahan makanan pada tabel berikut.

Zat Gizi	Satuan	Komposisi Zat Gizi dalam 100 Gram	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kal)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
Serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fosfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
Karotin	(mg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(gram)	12,7	55,3

Sumber: Komposisi Zat Gizi Pangan, Depkes RI,1991

Data tabel di atas merupakan komposisi zat gizi pada kedelai dan tempe. Berdasarkan tabel tersebut komposisi gizi kedelai lebih bagus daripada tempe, tetapi mengapa banyak orang mengatakan mengonsumsi tempe lebih baik daripada mengonsumsi kedelai?

2. Salah satu teknik rekayasa genetika yang dikembangkan adalah kloning. Teknik ini dilakukan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki sifat identik dengan induknya. Coba kamu jelaskan bagaimana proses kloning dilakukan oleh para ilmuwan!
3. Bioteknologi berkembang dengan sangat pesat. Sebutkan lima contoh bahan pangan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang dapat kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari!
4. Perkembangan bioteknologi terus meningkat, sejalan dengan peningkatan kebutuhan pangan masyarakat. Menurut kamu apa dampak negatif penerapan bioteknologi bagi lingkungan?
5. Sebutkan tiga alasan mengapa perlu dikembangkan bioteknologi hewan dan tumbuhan transgenik?

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Membuat Produk Bioteknologi Pangan

- **Permasalahan**

Bioteknologi banyak dimanfaatkan dalam pembuatan makanan dan minuman, misalnya tapai dan yoghurt. Apakah kamu sudah pernah membuatnya? Selain tapai dan yoghurt, contoh makanan yang merupakan produk dari bioteknologi misalnya tempe, roti, kecap, dan keju. Agar kamu memiliki keterampilan dalam membuat produk bioteknologi, bersama kelompokmu buatlah salah satu produk bioteknologi pangan yang belum pernah kamu buat.

- **Perencanaan**

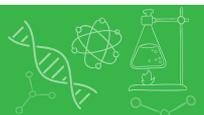
Buatlah kelompok yang terdiri atas 3-4 siswa. Tentukan salah satu produk bioteknologi pangan yang akan kamu buat. Carilah informasi sebanyak-banyaknya di perpustakaan atau internet tentang cara pembuatan produk bioteknologi pangan yang akan kamu buat, bahan, dan alat yang diperlukan. Konsultasikan rancangan yang telah kamu buat kepada gurumu.

- **Pelaksanaan**

Persiapkan semua alat dan bahan yang akan kamu gunakan untuk membuat salah satu produk bioteknologi pangan. Lakukan prosedur pembuatan salah satu produk bioteknologi pangan yang kamu buat. Mintalah bantuan pada orang tua jika kamu merasa kesulitan untuk membuat produk bioteknologi pangan tersebut. Jangka waktu pembuatan produk bioteknologi pangan adalah 1 minggu. Lakukan dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat menghasilkan produk bioteknologi pangan yang berkualitas!

- **Penilaian**

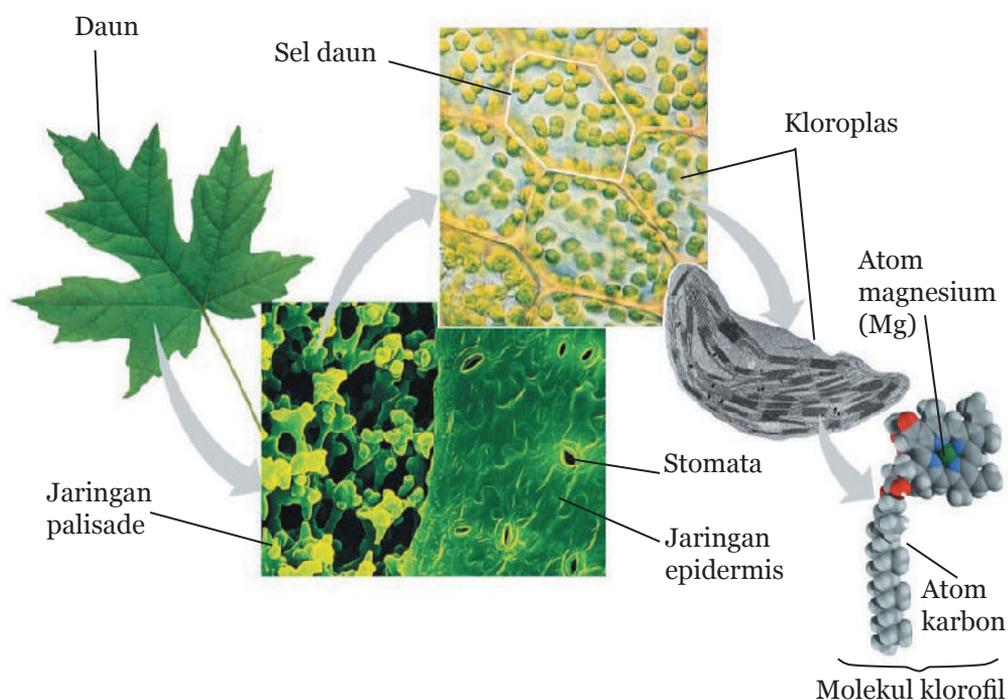
Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa hasil pembuatan bioteknologi pangan dan laporan pembuatan salah satu produk bioteknologi pangan.
2. Presentasi produk pangan dan laporan pembuatan produk bioteknologi pangan.

Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

Sumber: Dok. Kemdikbud

Pernahkah kamu mengamati orang yang sedang memupuk tumbuhan? Mengapa tumbuhan perlu dipupuk? Zat apa sajakah yang terdapat dalam pupuk sehingga dapat menyuburkan tumbuhan? Agar mengetahui jawaban dari pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan alam ini lengkap dengan berbagai zat yang berfungsi untuk menjaga kelangsungan hidup berbagai makhluk hidup. Tuhan juga telah menciptakan berbagai proses yang dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk menjalankan kehidupannya, misalnya fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan, berperan menyediakan oksigen dan bahan makanan bagi makhluk hidup lain, seperti hewan dan manusia. Daun yang sudah tua kemudian jatuh menjadi sampah dan akan mengalami proses pembusukan atau penguraian. Pada proses penguraian, zat-zat penyusun daun akan diubah menjadi zat-zat yang lebih sederhana dan dapat digunakan sebagai pupuk kompos. Dari penjelasan tersebut, kita mengetahui bahwa di alam ini terjadi proses pembentukan zat-zat seperti pada fotosintesis dan juga penguraian zat-zat seperti pada pembusukan daun.

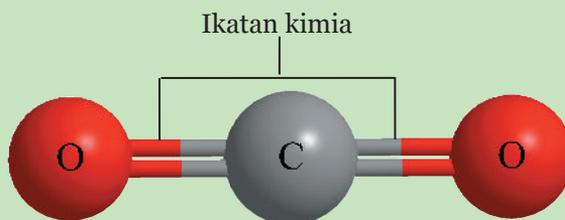
Zat-zat yang ada di alam ini tersusun atas partikel yang sangat kecil yang disebut **atom**. Masih ingatkah kamu pembahasan mengenai fotosintesis yang telah kamu pelajari di kelas VII? Proses fotosintesis terjadi dalam kloroplas, yaitu organel daun yang mengandung klorofil. Perhatikan Gambar 8.1!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 8.1 Struktur Penyusun Daun dan Molekul Klorofil

Fotosintesis pada tumbuhan memerlukan gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Pada fotosintesis, tumbuhan menyerap sinar matahari sebagai sumber energi untuk menjalankan reaksi fotosintesis yang mengubah gas karbon dioksida dan air menjadi glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Tahukah kamu bahwa klorofil sendiri merupakan senyawa yang tersusun atas beberapa atom, di antaranya karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan magnesium (Mg)?

Molekul glukosa ($C_6H_{12}O_6$) mempunyai atom-atom penyusun yaitu karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Atom-atom penyusun molekul glukosa tersebut sama seperti atom-atom yang terdapat dalam molekul karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Bagaimana atom-atom ini dapat mengalami penyusunan kembali untuk membentuk senyawa yang baru? Melalui reaksi kimia, zat-zat dapat bereaksi dan membentuk zat baru yang mempunyai sifat kimia yang berbeda dengan zat-zat asalnya, contohnya pada pembentukan glukosa. Glukosa yang terbentuk pada proses fotosintesis mempunyai sifat kimia dan sifat fisika yang berbeda dengan zat-zat pembentuknya, yaitu gas karbon dioksida dan air. Misalnya saja, glukosa berbentuk kristal dan berasa manis, sedangkan karbon dioksida berwujud gas dan air berwujud cair.

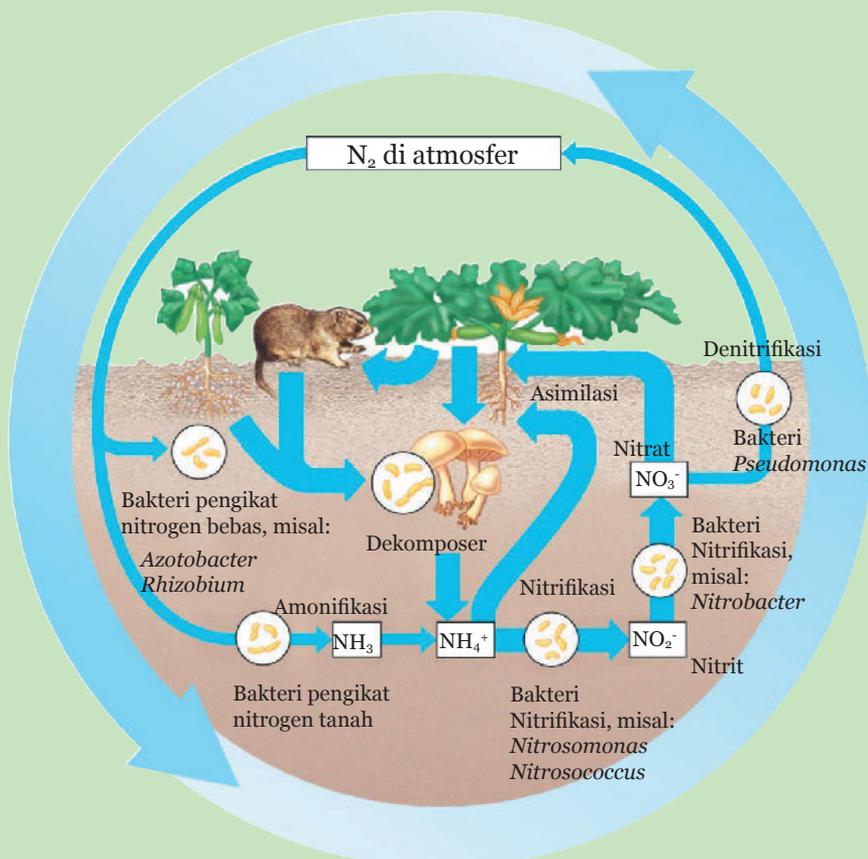
Tahukah Kamu?

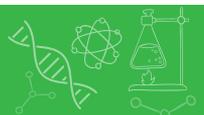
Dua atom atau lebih yang bergabung melalui proses kimia akan membentuk molekul. Ikatan antara dua atom dalam molekul disebut **ikatan kimia** (perhatikan Gambar 8.2). Pada molekul CO_2 terdapat satu atom C yang mengikat dua atom O. Jadi pada molekul CO_2 terdapat dua ikatan kimia antara atom C dan atom O.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.2 Model Ikatan Kimia pada CO_2

Tahukah Kamu?

Pembentukan glukosa pada fotosintesis, penguraian sampah, siklus karbon dioksida, dan siklus nitrogen (Gambar 8.3!) merupakan contoh-contoh proses kimia yang terjadi di alam yang dapat menjaga keseimbangan alam. Zat-zat kimia yang diperlukan makhluk hidup, selain disediakan oleh alam, juga ada yang dibuat oleh manusia melalui proses kimia dalam industri. Pupuk buatan yang pada umumnya digunakan oleh petani untuk memupuk tumbuhan, seperti pupuk urea, banyak mengandung unsur nitrogen dalam bentuk ion amonium (NH_4^+). Pupuk NPK mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam bentuk senyawa amonium hidrofosfat ($H(NH_4)_2PO_4$) dan senyawa kalium dihidrofosfat KH_2PO_4.

N_2 di atmosfer
Denitrifikasi
Asimilasi
Bakteri *Pseudomonas*
Nitrat
NO_3^-
Bakteri pengikat nitrogen bebas, misal:
Azotobacter
Rhizobium
Dekomposer
Bakteri Nitrifikasi, misal:
Nitrobacter
Nitrifikasi
Amonifikasi
NH_3
NH_4^+
NO_2^-
Nitrit
Bakteri pengikat nitrogen tanah
Bakteri Nitrifikasi, misal:
Nitrosomonas
Nitrosococcus

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 8.3 Siklus Nitrogen

A. Partikel dalam Benda dan Makhluk Hidup

Ayo, Kita Pelajari

- Molekul dalam benda dan tubuh makhluk hidup
- Atom dan partikel penyusunnya

Istilah Penting

- Molekul
- Atom
- Ikatan kimia

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami partikel penyusun benda dan makhluk hidup sehingga kamu dapat lebih mengerti rahasia alam dan dapat mengembangkan teknologi atau menemukan teknologi atau alat baru yang bermanfaat bagi bangsa Indonesia.

Partikel adalah bagian terkecil dari suatu materi yang masih mempunyai sifat materi itu. Partikel dapat berbentuk atom, molekul, dan ion. Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki sifat unsur tersebut. Tahukah kamu bahwa tubuh makhluk hidup tersusun dari milyaran atom-atom? Atom-atom dapat berikatan satu sama lain membentuk molekul. Molekul merupakan gabungan antara dua atau lebih atom-atom melalui ikatan kimia tertentu. Molekul dapat tersusun sedemikian rupa sehingga menjadi suatu struktur tertentu, misalnya rambut, tersusun dari molekul-molekul yang mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sedangkan tulang, mengandung kalsium (Ca), fosfor (P), dan oksigen (O).

Selain pada makhluk hidup, benda seperti kayu, plastik, air, udara, kain, dan benda-benda lain, juga merupakan zat kimia yang tersusun atas senyawa-senyawa tertentu. Dalam senyawa, molekul-molekul tertata sedemikian rupa sehingga memberikan sifat-sifat tertentu. Misalnya, plastik mempunyai sifat lentur karena memiliki molekul yang struktur rantainya panjang dan terdapat rongga antar rantai molekulnya.

Ukuran molekul sangat kecil sehingga tidak dapat diamati dengan mata telanjang dan bahkan tidak dapat diamati dengan mikroskop biasa. Bagaimana kamu dapat mengetahui bahwa materi yang ada di sekitarmu mengandung zat yang berbeda? Secara sederhana untuk mengetahui kandungan zat dalam suatu benda atau makhluk hidup dapat kita praktikkan melalui Aktivitas 8.1.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.1 Mengidentifikasi Perbedaan Zat dalam Benda dan Makhluk Hidup secara Sederhana

Apa yang kamu perlukan?

1. Bulu unggas
2. Beberapa helai rambut
3. Sepotong daging
4. Plastik
5. Kayu
6. Kertas
7. Daun
8. Kain perca jenis katun
9. Karet ban atau bahan lain yang ada di sekitarmu
10. Pinset atau penjepit kayu
11. Gunting atau pisau
12. Pembakar spiritus

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang.
2. Potonglah kain perca yang bersih dan kering dengan ukuran 4×4 cm.
3. Jepit salah satu ujung kain tersebut dengan pinset.
4. Ciumlah bau atau aroma kain tersebut.
5. Nyalakan pembakar spiritus.
6. Bakarlah ujung kain dengan hati-hati.

Ingat! Berhati-hatilah dalam menggunakan pembakar spiritus! Jangan sampai pakaian atau badanmu terbakar!

7. Setelah ujung kain terbakar, segera matikan api pada ujung kain yang terbakar.
8. Ciumlah kembali bau kain sudah terbakar.

Hati-hati! Jangan membau baunya terlalu lama dan jangan terlalu dekat dengan hidung! Identifikasilah bau secara tidak langsung yaitu dengan mengibaskan tangan di atas bahan ke arah hidung!

9. Lakukan hal yang sama dengan hati-hati pada bahan-bahan lain yang kamu sediakan. Gunakan bahan dalam potongan kecil, ciumlah bau bahan sebelum dan sesudah terbakar.
10. Carilah unsur-unsur penyusun bahan yang sudah kamu siapkan di buku-buku yang terdapat di perpustakaan sekolah atau melalui internet.

Tabel 8.1 Hasil Pengamatan Identifikasi Zat dalam Benda

No	Nama Bahan	Deskripsi Bau		Dugaan Zat yang Terkandung
		Sebelum Dibakar	Setelah Dibakar	

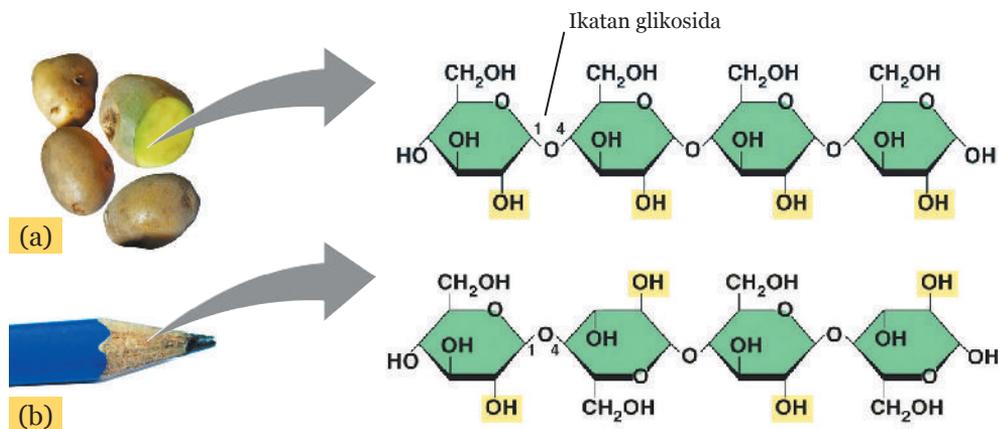
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apakah tiap-tiap benda jika dibakar menghasilkan bau yang berbeda-beda? Jika ya, jelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi?
2. Apakah bau rambut dan bau bulu unggas yang telah dibakar sama? Mengapa demikian?
3. Apakah bau kertas dan bau kayu yang telah dibakar sama? Apa unsur yang terkandung dalam bahan tersebut?
4. Apakah bau plastik dan bau daun yang telah dibakar sama? Apakah zat yang terkandung pada kedua bahan tersebut?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Apa yang dapat kamu simpulkan dari aktivitas ini?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 8.1, coba kamu pikirkan, mengapa benda-benda jika dibakar dapat menghasilkan bau yang berbeda-beda? Tahukah kamu bahwa ketika benda dibakar akan menyebabkan zat-zat yang terkandung di dalamnya berubah menjadi zat lain? Terbentuknya zat baru tersebut ditandai antara lain oleh warna dan bau yang berbeda. Dengan kata lain, bila bau yang kamu cium berbeda berarti kandungan zat yang ada dalam benda tersebut juga berbeda. Bahan-bahan yang berbeda terdiri atas senyawa-senyawa dan unsur yang juga berbeda.

Selain disusun oleh molekul yang berbeda, sifat-sifat suatu materi yang berbeda juga dapat disebabkan oleh perbedaan susunan molekul-molekul dalam materi itu. Misalnya, kita ambil contoh kayu yang dibuat pensil dan pati dalam umbi kentang. Umbi kentang (contoh lainnya adalah umbi ketela pohon, talas, dan beras) mengandung pati atau amilum yang dapat kita makan dan merupakan sumber energi bagi tubuh. Pati disusun oleh molekul-molekul yang berantai panjang. Rantai panjang tersebut disusun oleh unit-unit molekul yang lebih sederhana yang disebut **glukosa**. Antara molekul glukosa yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh ikatan glikosida (perhatikan Gambar 8.4). Ikatan glikosida adalah ikatan kimia yang terjadi antar molekul monosakarida atau gula sederhana.

Sumber: Dok. Kemdikbud

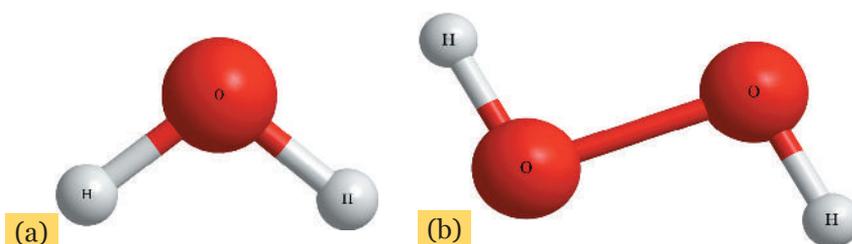
Gambar 8.4 Perbedaan Struktur Senyawa: (a) Amilum pada Kentang, (b) Selulosa pada Kayu

Molekul glukosa yang menyusun amilum tersusun dari atom C, H, dan O dengan perbandingan tertentu. Kayu yang digunakan untuk membuat pensil tersusun atas molekul selulosa yang juga mempunyai rantai panjang. Molekul panjang tersebut terdiri atas molekul-molekul glukosa yang sama seperti pada pati. Perhatikan Gambar 8.4. Apakah perbedaan antara molekul selulosa dengan pati (amilum)? Perhatikan ikatan antara dua molekul glukosanya! Selulosa dan amilum mempunyai molekul penyusun sama yaitu glukosa, tetapi jenis ikatan yang menghubungkan antar molekul glukosanya berbeda. Pada amilum, unit-unit glukosa dihubungkan melalui ikatan α-1,4 glikosida. Pada selulosa, unit-unit glukosa dihubungkan melalui ikatan β-1,4 glikosida. Jenis ikatan ini, akan kamu pelajari pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi.

Selulosa merupakan zat yang keras dan jika dimakan oleh manusia tidak dapat dicerna oleh tubuh. Sementara itu, amilum dapat dicerna dan digunakan sebagai bahan makanan. Perbedaan sifat ini menunjukkan bahwa tidak hanya jumlah dan jenis atom-atom penyusun molekul yang menyebabkan sifat zat berbeda, tetapi pola susunan dan jenis ikatan antarmolekul penyusun zat juga dapat menyebabkan zat itu mempunyai sifat-sifat kimia dan sifat-sifat fisika yang berbeda. Masih ingatkah kamu apa perbedaan sifat kimia dan sifat fisika?

Pada contoh-contoh senyawa yang telah kamu pelajari, tiap-tiap senyawa mempunyai rumus molekul tertentu. Rumus molekul menunjukkan jenis atom yang menyusun suatu molekul dan perbandingannya. Perhatikan Gambar 8.5! Molekul air (H_2O) terdiri atas satu atom O dan dua atom H. Bila dua atom O mengikat dua atom H, maka akan terbentuk senyawa yang berbeda yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2). Fenomena itu menunjukkan bahwa perbandingan jumlah dan jenis atom dalam suatu molekul akan menghasilkan senyawa yang sifat dan jenisnya sangat berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat kamu pelajari bahwa bahan yang berbeda, tersusun oleh zat-zat yang berbeda. Zat-zat yang berbeda mempunyai perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun. Sifat-sifat bahan yang berbeda, dapat disebabkan oleh perbedaan ikatan atau perbedaan struktur (susunan) molekul-molekul penyusunnya.

Bagaimana atom-atom dapat membentuk ikatan kimia dalam suatu molekul? Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut kamu harus memahami dulu tentang atom dan partikel-partikel penyusunnya.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.5 Molekul (a) H_2O, (b) H_2O_2

Tahukah Kamu?

Ada sekitar 25 unsur yang penting untuk keberlangsungan kehidupan makhluk hidup, termasuk manusia. Unsur-unsur tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.2 berikut.

Tabel 8.2 Unsur Penyusun Tubuh Manusia

Unsur	Lambang	Nomor Atom	Persentase dalam Tubuh Manusia (%)
Unsur yang menyusun 96% tubuh manusia			
Oksigen	O	8	65
Karbon	C	6	18,5
Hidrogen	H	1	9,5
Nitrogen	N	7	3,3
Unsur yang menyusun 3,99% tubuh manusia			
Kalsium	Ca	20	1,5
Fosfor	P	15	1
Kalium	K	19	0,4
Sulfur	S	16	0,3
Natrium	Na	11	0,2
Klor	Cl	17	0,2
Magnesium	Mg	12	0,1
Unsur yang menyusun 0,01% tubuh manusia			
Boron (B), kromium (Cr), kobalt (Co), tembaga (Cu), fluor (F), iodin (I), besi (Fe), mangan (Mn), molibdenum (Mo), selenium (Se), silikon (Si), timah (Sn), vanadium (V), dan seng (Zn) menyusun kurang dari 0,01% dari tubuh manusia.			

B. Atom dan Partikel Penyusunnya

Ayo, Kita Pelajari

- Partikel subatom
- Nomor atom
- Nomor massa

Istilah Penting

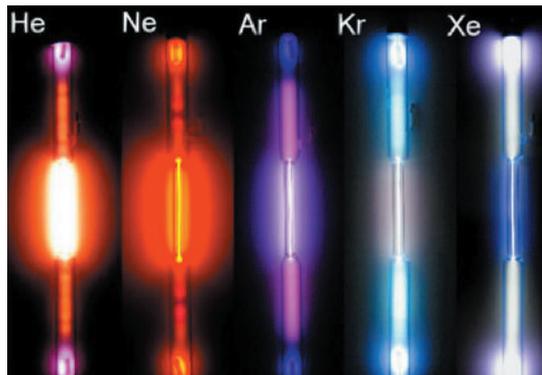
- Partikel subatom
- Nomor atom
- Nomor massa

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami partikel terkecil penyusun atom, sehingga kamu dapat mengetahui dasar dari berbagai teknologi yang memanfaatkan partikel kecil penyusun atom.

1. Partikel Subatom

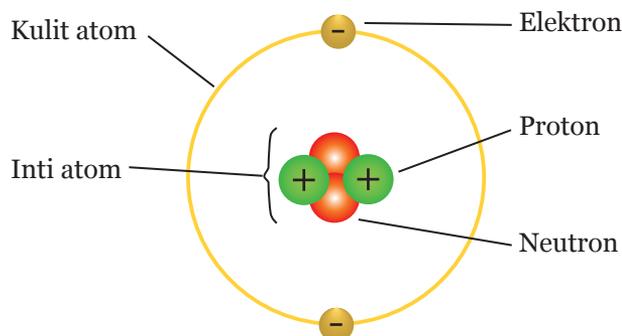
Pada bagian sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa molekul air tersusun atas dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O). Walaupun atom merupakan unit terkecil penyusun molekul, materi yang sudah sangat kecil ini ternyata tersusun atas bagian yang lebih kecil lagi yang disebut **partikel subatom**. Bagaimana kita tahu bahwa atom tersusun atas partikel-partikel subatom?

Perhatikan warna lampu pada Gambar 8.6. Tiap-tiap lampu tersebut mengandung gas mulia, berturut-turut helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), dan xenon (Xe).

Sumber: www.haikudeck.com

Gambar 8.6 Warna Lampu yang Berisi Gas Mulia Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), dan Xenon (Xe)

Lampu-lampu tersebut mengeluarkan cahaya yang berwarna-warni setelah dialiri arus listrik. Gas-gas yang dilewati oleh aliran listrik tersebut berpendar sehingga menghasilkan cahaya yang berwarna-warni. Cahaya itu muncul karena adanya loncatan elektron-elektron yang terdapat di dalam atom-atom gas. Tahukah kamu apakah elektron itu?

Contoh lain adalah kembang api (perhatikan Gambar 8.24). Apakah kamu melihat cahaya yang berwarna-warni dari kembang api? Mengapa cahaya yang muncul berwarna-warni? Jika cahaya lampu pada Gambar 8.6 muncul akibat adanya aliran listrik, maka cahaya pada kembang api itu dihasilkan akibat terbakarnya unsur-unsur yang terdapat dalam kembang api tersebut. Seperti halnya pada proses pembentukan cahaya yang berwarna-warni pada lampu. Ketika kembang api dibakar akan membuat temperatur unsur penyusun kembang api semakin tinggi, akibatnya elektron berpindah dari kulit atom satu ke kulit atom yang lainnya. Perpindahan elektron ini disertai dengan cahaya dengan warna tertentu, yang spesifik pada setiap unsur. Tahukah kamu apakah kulit atom itu?

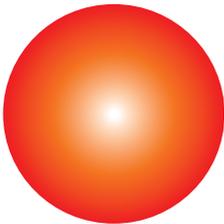
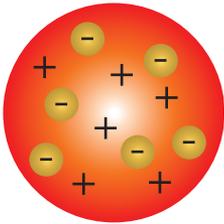
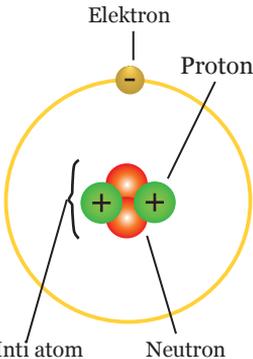
Atom tersusun atas partikel-partikel penyusun atom atau partikel subatom, yaitu neutron (n), proton (p), dan elektron (e). Neutron dan proton membentuk inti atom. Elektron menempati kulit-kulit atom yang ada di sekitar inti atom. Elektron-elektron tersebut bergerak mengelilingi inti dengan kecepatan tinggi membentuk awan elektron. Elektron dan proton merupakan partikel subatom yang mempunyai muatan berlawanan, sedangkan neutron tidak bermuatan. Elektron memiliki muatan negatif sedangkan proton memiliki muatan positif.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.7 Model Atom Helium (He)

Pada atom netral, jumlah proton sama dengan jumlah elektron. Tiap-tiap partikel penyusun subatom tersebut mempunyai massa. Elektron mempunyai massa sangat kecil dibandingkan dengan massa proton dan neutron. Oleh sebab itu massa atom akan terpusat pada inti atom saja atau ditentukan oleh jumlah proton dan jumlah neutronnya.

Para ilmuwan telah mempelajari atom sejak ratusan tahun lalu. Para ilmuwan tersebut mengemukakan teori-teori tentang atom. Teori yang satu akan runtuh atau ditolak ketika ada data atau fakta baru yang ditemukan tentang atom sehingga melahirkan teori atom yang baru. Berikut ini merupakan perkembangan teori atom.

Tabel 8.3 Perkembangan Teori Atom

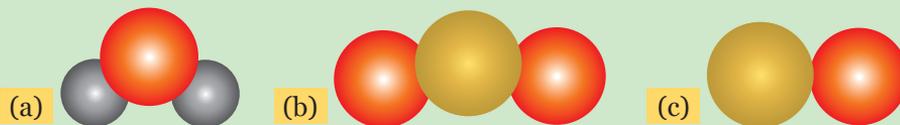
Penemu/ Teori Atom	Model	Penjelasan
John Dalton		Atom sebagai bola pejal dan merupakan bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Setiap unsur terdiri atas atom-atom yang identik satu sama lain. Atom-atom dari unsur berbeda adalah berbeda. Atom-atom dapat bergabung membentuk molekul.
Joseph John Thomson		Atom merupakan bola bermuatan positif dan di tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif, seperti kismis dalam roti.
Ernest Rutherford	Elektron Proton Inti atom Neutron	Atom berbentuk bola yang di tengah-tengahnya terdapat inti atom yang merupakan pusat muatan positif dan pusat massa, sedangkan elektron-elektron bergerak berputar mengelilingi inti atom.

Penemu/ Teori Atom	Model	Penjelasan
Niels Bohr	Elektron Orbit Proton Inti atom Neutron	Atom terdiri atas inti atom yang menjadi pusat massa atom dan pusat muatan positif, sedangkan elektron bergerak mengelilingi inti atom pada lintasan tertentu (orbit) yang disebut **kulit atom**. Selama elektron bergerak mengelilingi inti pada orbitnya, elektron tidak memancarkan atau kehilangan energi.
Modern (Mekanika Gelombang)	Awan Elektron Proton Inti atom Neutron	Atom tersusun atas partikel subatom yaitu neutron (n), proton (p), dan elektron (e). Neutron dan proton membentuk inti yang padat, disebut **nukleus** atau **inti atom**. Elektron bergerak di sekeliling inti dengan kecepatan hampir seperti kecepatan cahaya dan membentuk awan elektron yang disebut **orbital**. Pada awan elektron tersebut posisi elektron tidak dapat ditentukan.

Teori atom yang paling baru adalah teori atom mekanika gelombang. Teori ini akan kamu pelajari ketika kamu menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Atas. Berdasarkan teori atom Bohr dapatkah kamu menjelaskan bagaimana lampu yang berisi gas mulia yang berbeda dapat menghasilkan cahaya yang berwarna-warni? Begitu juga, bagaimana terbentuknya cahaya warna-warni dari kembang api?

Menurut Bohr, atom mempunyai kulit-kulit atom tempat elektron bergerak mengelilingi inti atom. Kulit atom yang paling dekat dengan inti atom mempunyai energi paling rendah. Kulit atom yang lebih jauh dari inti atom mempunyai energi yang lebih tinggi. Elektron yang berada pada kulit atom paling dalam dapat berpindah ke kulit atom yang lebih luar bila menyerap energi dari luar atom. Energi itu dapat berasal dari panas pembakaran atau dari energi listrik yang melewati atom-atom tersebut. Elektron yang terletak pada kulit atom paling luar akan mendapatkan gaya tarik yang lemah dari inti atom. Oleh karena itu elektron pada kulit atom paling luar mudah lepas

dari kulit itu, sehingga atom dapat kehilangan elektron. Bila jumlah elektron dan jumlah proton dalam suatu atom tidak sama, atom tersebut akan bermuatan atau menjadi **ion**. Proses pembentukan ion disebut **ionisasi**. Tahukah kamu, elektron-elektron yang ada pada kulit atom paling luar mempunyai peranan yang sangat penting pada pembentukan ikatan kimia antaratom dalam suatu molekul?

Ayo, Kita Diskusikan

Setelah membaca Tabel 8.3, bersama kelompokmu coba jelaskan perbedaan antara model atom yang satu dengan yang lainnya! Coba kamu jelaskan menurut model atom Dalton bagaimana model molekul H_2O, CO_2, dan CO? Gambarkan juga model atom Dalton untuk molekul NO_2, SO_2, N_2, dan O_2. Apakah yang membedakan molekul yang satu dengan molekul lainnya?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.8 Model Molekul Dalton untuk (a) Air (H_2O), (b) Karbon Dioksida (CO_2), (c) Karbon Monoksida (CO)

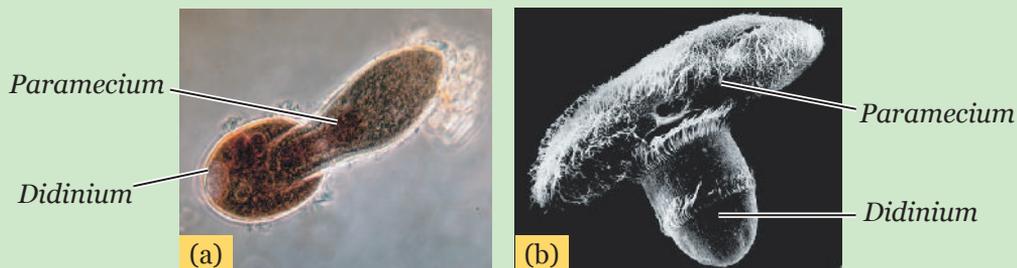
Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar mikroskop elektron? Mikroskop elektron adalah alat yang dapat digunakan untuk melihat benda yang berukuran sangat kecil, misalnya virus atau organel sel. Mikroskop ini dapat melakukan perbesaran dari 1.000 hingga 1 juta kali. Mikroskop elektron berbeda dengan mikroskop cahaya yang memiliki perbesaran maksimal 1.000 kali. Perhatikan Gambar 8.10 sebagai perbandingan gambar yang dihasilkan dari mikroskop cahaya dan mikroskop elektron.

Pada mikroskop elektron, berkas elektron digunakan sebagai pengganti cahaya. Kemampuan perbesaran mikroskop elektron diakibatkan oleh pendeknya panjang gelombang elektron. Panjang gelombang elektron sekitar 100.000 kali lebih kecil dibandingkan

panjang gelombang cahaya tampak. Perbedaan panjang gelombang ini juga mengakibatkan gambar yang dihasilkan oleh mikroskop elektron selalu berupa gambar hitam dan putih. Meskipun hasil gambar dari mikroskop elektron berupa gambar hitam putih, tetapi gambar tersebut dapat diberi warna secara buatan untuk menekankan suatu bagian secara rinci. Pada mikroskop elektron tidak digunakan lensa kaca, tetapi digunakan lensa elektromagnetik untuk memfokuskan berkas elektron pada objek yang diamati.

Sumber: Dok. Kemdikbud

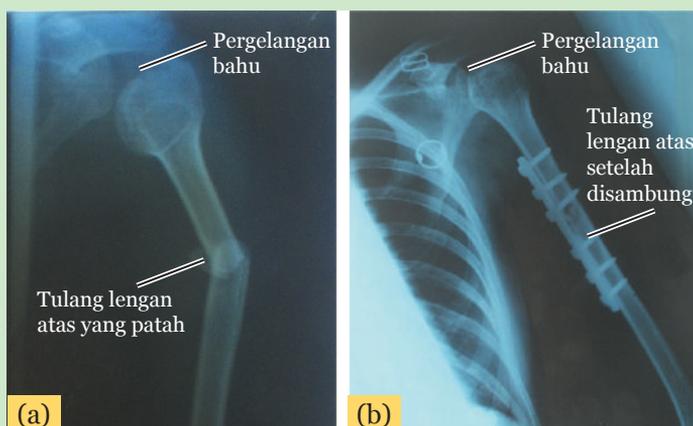
Gambar 8.9 Mikroskop Elektron Jenis SEM (*Scanning Electron Microscope*) di Universitas Negeri Malang

Sumber: Black, 2012.

Gambar 8.10 Protozoa dari Genus *Didinium* yang sedang Memakan *Paramecium*
(a) Gambar yang Dihasilkan oleh Mikroskop Cahaya (perbesaran 160 x),
(b) Gambar yang Dihasilkan oleh Mikroskop Elektron (perbesaran 425 x)

Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar sinar-X atau sinar Roentgen? Sinar-X digunakan untuk mendiagnosis atau menganalisis penyakit, biasanya untuk melihat daerah patah tulang dan paru-paru.

Sebenarnya apa itu sinar-X? Sinar-X pertama kali ditemukan oleh Wilhelm C. Roentgen pada tahun 1895. Dia menemukan bahwa ketika elektron yang memiliki energi tinggi menabrak suatu material seperti gelas, maka material tersebut akan memancarkan **radiasi** (energi yang dialirkan dalam bentuk gelombang elektromagnet atau partikel subatom) yang dapat menembus benda yang tidak

dapat ditembus cahaya biasa. Radiasi ini diberi nama sinar-X. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang pendek (10^{-10} m) dan dihasilkan dari elektron-elektron yang tereksitasi dalam atom yang kemudian meloncat dari kulit atom luar ke kulit atom yang lebih dalam. Roentgen juga menunjukkan bahwa sinar-X dapat membuat plat film dan menghasilkan gambar dari objek yang tidak tembus pandang.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.11 Foto Hasil Roentgen untuk Melihat: (a) Tulang Lengan Atas yang Patah, (b) Kondisi Tulang Lengan Atas Setelah Penyambungan

Saat ini sinar–X merupakan suatu sinar yang sangat penting untuk mendiagnosis suatu penyakit. Sinar-X juga dapat digunakan untuk menganalisis struktur molekul suatu senyawa yang berbentuk kristal. Teknik ini dikenal dengan kristalografi.

2. Nomor Atom dan Nomor Massa

Masih ingatkah kamu dengan materi tentang unsur? Unsur merupakan zat murni yang tidak dapat diubah lagi menjadi zat lain dengan reaksi kimia, seperti emas, besi, perak, oksigen, dan masih banyak yang lain. Saat ini ada sekitar 105 unsur yang ditemukan di alam (lihat sistem periodik unsur pada **Lampiran**). Masing-masing unsur memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki jumlah partikel subatom yang berbeda. Semua atom dalam suatu unsur yang sama memiliki jumlah proton yang sama di dalam intinya. Jumlah proton

ini unik untuk setiap unsur dan dijadikan sebagai dasar nomor atom. Sementara nomor massa suatu atom ditentukan oleh jumlah neutron dan proton. Atom yang satu berbeda dengan atom yang lain karena mempunyai jumlah elektron, proton, dan neutron yang berbeda. Jika dua atom mempunyai massa atom berbeda, maka jari-jari kedua atom itu akan berbeda pula. Oleh sebab itu, pada Gambar 8.8 atom H, O, dan C mempunyai ukuran yang berbeda. Hubungan nomor atom, nomor massa, dan jumlah neutron dalam suatu atom yang netral (tidak bermuatan) dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

Nomor atom = Jumlah proton (p) = jumlah elektron (e)
Nomor massa = Jumlah proton (p) + Jumlah neutron (n)

Tahukah Kamu?

Sumber: Reece et al. 2012
Gambar 8.12 Penderita Gondok

Tahukah kamu bahwa zat iodin (I) merupakan komponen hormon tiroksin yang diproduksi oleh kelenjar tiroid. Hormon tiroksin memiliki beberapa fungsi penting, antara lain: meningkatkan laju metabolisme untuk menghasilkan energi, mengatur pertumbuhan dan perkembangan sistem saraf dan sistem rangka (otot dan tulang), serta menjaga tekanan darah.

Mengkonsumsi iodin sebanyak 0,15 mg setiap harinya sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan kelenjar tiroid manusia untuk menghasilkan hormon tiroksin yang diperlukan tubuh. Kekurangan iodin dalam makanan mengakibatkan kelenjar tiroid membesar sampai ukuran abnormal atau yang dikenal dengan penyakit gondok. Agar dapat mengatasi penyakit tersebut, saat ini iodin dalam bentuk kalium iodat (KIO_3) atau kalium iodida (KI) banyak ditambahkan pada garam dapur atau yang biasa kita kenal dengan garam beriodium.

Setiap unsur dituliskan dengan lambang unsur. Pada penulisan lambang unsur, nomor atom ditulis sebagai *subscript* (turun) di kiri lambang unsur, sedangkan nomor massa ditulis sebagai *superscript* (naik) di kiri atas lambang unsur, sebagaimana berikut.

Keterangan:
X = lambang unsur;
A = nomor massa;
Z = nomor atom

Sebagai contoh, penulisan lambang unsur litium (Li) yang mempunyai nomor atom 3 dan nomor massa 7 adalah ${}^{7}_{3}Li$. Agar kamu dapat lebih memahami penulisan lambang atom, menentukan nomor massa, jumlah proton, serta jumlah elektronnya **lengkapi Tabel 8.4!** Perhatikan contoh di atas dan **Tabel Periodik** pada Lampiran buku ini untuk menentukan jumlah proton, neutron, elektron, dan nomor massa suatu atom!

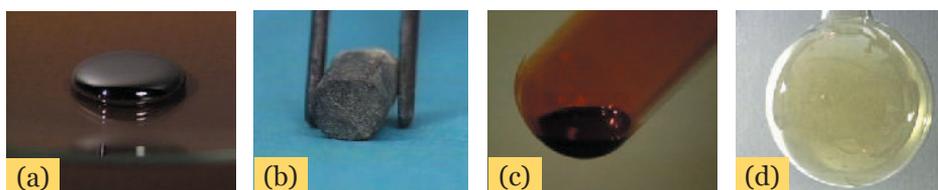
Tabel 8.4 Atom dan Partikel Penyusunnya

No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	Lambang ${}^{A}_{Z}X$
			e	p	n			
1.	Hidrogen	H	1	1	0	1	1	${}^{1}_{1}H$
2.	Helium	He	2	2	2	2	4	${}^{4}_{2}He$
3.	Karbon	C	6	6	6	6	12	${}^{12}_{6}C$
4.	Oksigen	O		8			16	
5.	Kalsium							${}^{40}_{20}Ca$
6.	Fluor	F	9	9			19	
7.	Magnesium			12			24	
8.		K			20		39	
9.								${}^{80}_{35}Br$
10.								${}^{84}_{36}Kr$

Keterangan:

e = elektron; p = proton; n = neutron; Z = nomor atom; A = nomor massa

Sebagian besar unsur yang ada di alam sangat penting untuk kehidupan. Namun, ada beberapa unsur yang disebut **logam berat**, berbahaya bagi tubuh manusia dan lingkungan. Unsur ini tidak dapat

didaur ulang dalam tubuh dan sulit untuk dikeluarkan, karena dalam tubuh kita tidak ada mekanisme yang berfungsi untuk menghilangkan unsur ini. Logam berat mampu bertahan dalam tubuh sepanjang hayat kita. Konsentrasi logam berat dalam tubuh dapat bertambah sepanjang waktu atau dikenal dengan **bioakumulasi**. Logam berat dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti kanker dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Seorang wanita yang hamil juga dapat mengalami keguguran dan melahirkan bayi yang cacat akibat kandungan logam berat yang cukup tinggi dalam tubuhnya.

Sumber: Banks *et al.* 1995

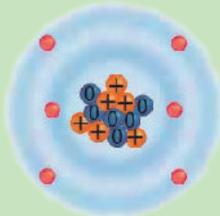
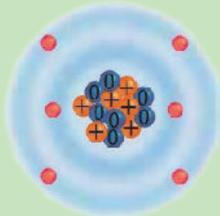
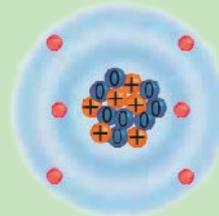
Gambar 8.13 Beberapa Contoh Unsur (a) Merkuri (Hg), (b) Litium (Li), (c) Bromin (Br_2), (d) Klorin (Cl_2)

Pernahkah kamu mendengar musibah Minamata? Gejala Minamata pertama kali diidentifikasi pada tahun 1956 di teluk Minamata, Jepang. Di teluk Minamata ini terdapat pelabuhan ikan, pabrik pupuk, dan senyawa kimia lain yang dalam prosesnya menggunakan merkuri (Hg). Suatu ketika merkuri ini bocor dan masuk ke dalam lautan sehingga mengontaminasi ikan dan hewan laut lainnya. Masyarakat sekitar yang mengkonsumsi ikan yang terkontaminasi merkuri mengalami bioakumulasi merkuri dalam tubuhnya. Bioakumulasi merkuri ini menyebabkan keterbelakangan mental, cacat lahir, buta dan tuli, serta menyebabkan kematian.

Kejadian musibah Minamata membuat perhatian warga dunia untuk lebih menjaga lingkungan dari pencemaran, khususnya pencemaran logam berat. Teluk Minamata akhirnya ditetapkan bebas merkuri pada bulan Juli 1997 (41 tahun kemudian) dan warga sekitar dapat beraktivitas secara normal baik untuk menangkap ikan maupun berenang di laut.

Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar tentang arkeolog? Arkeolog merupakan ilmuwan yang mempelajari sejarah kehidupan dan kebudayaan zaman dahulu. Arkeolog mampu mengukur umur fosil yang telah ditemukan.

Tahukah kamu bagaimana cara mengukur umur fosil tersebut? Cara mengukur umur fosil adalah dengan mengidentifikasi atom karbon yang terkandung dalam fosil. Di alam terdapat tiga jenis atom karbon yaitu $^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, dan $^{14}_{6}C$. Ketiga jenis atom C tersebut mempunyai nomor atom sama yaitu nomor 6 tetapi nomor massa berbeda. Atom-atom yang demikian disebut **isotop**. Perbandingan jumlah ketiga isotop karbon di alam tetap.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.14 Isotop-isotop Atom Karbon

Isotop karbon-14 atau $^{14}_{6}C$ dapat meluruh menjadi unsur lain dengan waktu paruh 5.730 tahun. Artinya kalau kamu mempunyai isotop karbon-14 sebanyak 1,0 gram, maka setelah 5.730 tahun isotop itu tinggal 0,50 gram (separuh dari jumlah awal) karena meluruh menjadi unsur lain. Karbon-14 sangat reaktif sehingga mudah bergabung dengan oksigen menghasilkan gas karbon dioksida.

Jumlah karbon-14 pada tumbuhan dan hewan adalah tetap selama masih hidup. Karbon-14 pada tumbuhan dan hewan yang mati akan berkurang sebanding dengan waktu paruhnya. Dengan menggunakan perbandingan jumlah karbon-14 yang masih tinggal pada tumbuhan atau hewan yang mati dengan jumlah karbon-12 yang ada di atmosfer maka umur fosil tumbuhan atau fosil hewan tersebut dapat ditentukan. Nah, sekarang coba kamu hitung berapa umur fosil Dinosaurus yang awalnya memiliki 128 gram isotop karbon-14 dan sekarang tinggal 2 gram!

C. Prinsip Pembentukan Molekul dan Ion

Ayo, Kita Pelajari

- Konfigurasi elektron
- Ion
- Identifikasi unsur

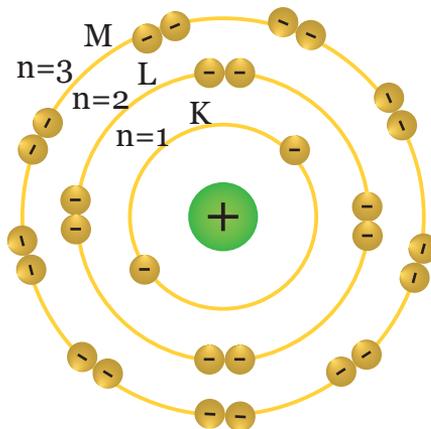
Istilah Penting

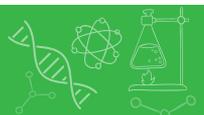
- Konfigurasi
- Ion
- Senyawa ionik
- Senyawa kovalen
- Ikatan kimia
- Kation
- Anion

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami dasar pembentukan suatu senyawa kimia.

1. Konfigurasi Elektron

Agar mengetahui cara atom-atom dapat berikatan, kamu harus mempelajari susunan elektron di dalam suatu atom atau yang disebut **konfigurasi elektron**. Sebagaimana dijelaskan pada model atom Bohr, elektron bergerak mengelilingi inti atom menurut tingkat-tingkat energi tertentu yang disebut sebagai kulit-kulit atom. Tingkat energi dalam suatu atom berturut-turut dilambangkan dengan K untuk kulit atom pertama (n=1), L untuk kulit atom kedua (n=2), M untuk kulit atom ke tiga (n=3), dan seterusnya.

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 8.15 Kulit-Kulit Atom dan Jumlah Elektron Maksimal yang Dapat Menempati Kulit Tersebut

Agar kamu lebih mudah mempelajari susunan elektron dalam suatu atom, kita gunakan istilah kulit-kulit atom sebagaimana teori Bohr untuk tingkat-tingkat energi. Dengan demikian suatu atom akan mempunyai kulit K, kulit L, kulit M, dan seterusnya. Tiap-tiap kulit atom ditempati oleh sejumlah elektron. Setiap kulit mempunyai jumlah maksimum elektron yang dapat menempatinya. Misalnya kulit K, maksimum hanya dapat ditempati oleh 2 elektron. Apabila atom tersebut mempunyai elektron lebih dari 2 maka elektron berikutnya akan menempati kulit yang berikutnya. Posisi elektron pada kulit-kulit atom dimulai dari kulit terdalam atau yang mempunyai energi paling rendah.

Tabel 8.5 Kulit Atom dan Jumlah Elektron yang Dapat Menempati Kulit Tersebut

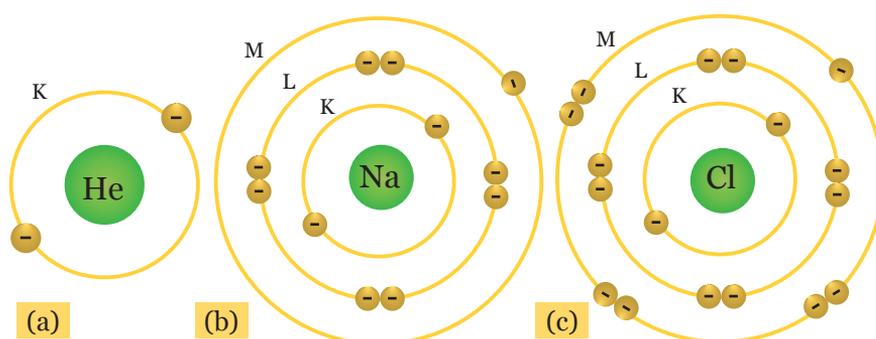
Tingkat Energi (n) Ke:	Lambang Kulit Atom	Jumlah Elektron Maksimal yang dapat Menempati
1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32

Berdasarkan Tabel 8.5, perhatikan jumlah elektron pada tiap-tiap kulit beberapa atom berikut.

Tabel 8.6 Susunan Elektron Atom pada Tingkat Energi

Nama Atom	Lambang	Nomor Atom	Jumlah Elektron	Susunan Elektron pada Tingkat Energi:			
				K	L	M	N
Hidrogen	H	1	1	1	0	0	0
Helium	He	2	2	2	0	0	0
Neon	Ne	10	10	2	8	0	0
Natrium	Na	11	11	2	8	1	0
Klorin	Cl	17	17	2	8	7	0
Argon	Ar	18	18	2	8	8	0
Kalsium	Ca	20	20	2	8	8	2
Bromin	Br	35	35	2	8	18	7
Kripton	Kr	36	36	2	8	18	8

Posisi elektron secara berurutan dimulai dari kulit K, kemudian ke kulit atom yang lebih tinggi. Pada contoh di atas, atom helium (He), natrium (Na), dan klor (Cl), mempunyai konfigurasi elektron

sesuai dengan urutan jumlah elektron yang dapat menempati kulit K, L, dan M. Pada atom Ca yang mempunyai 20 elektron, kulit atom K dan L berturut-turut ditempati oleh 2 dan 8 elektron sehingga tersisa 10 elektron. Walaupun kulit M dapat ditempati 18 elektron, tetapi jumlah elektron yang tersisa hanya 10, maka sebanyak 8 elektron akan menempati kulit M terlebih dahulu dan 2 elektron akan menempati kulit N. Hal ini disebabkan penempatan 8 elektron pada kulit M dan 2 elektron pada kulit N lebih stabil dibandingkan penempatan 10 elektron sekaligus pada kulit M. Apabila jumlah elektron yang tersisa setelah K dan L lebih dari 18 elektron maka kulit atom M akan ditempati 18 elektron. Perhatikan contoh konfigurasi atom bromin dan kripton. Intinya, elektron akan berada pada setiap kulit hingga membentuk susunan yang paling stabil.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.16 Konfigurasi Elektron pada Atom H, Atom Na, dan Atom Cl

Ayo, Kita Diskusikan

Apakah kamu sudah memahami susunan (konfigurasi) elektron? Agar kamu lebih paham, coba kerjakan bersama kelompokmu untuk membuat konfigurasi elektron atom-atom: magnesium ($_{12}$Mg), fosfor ($_{15}$P), dan kalium ($_{19}$K).

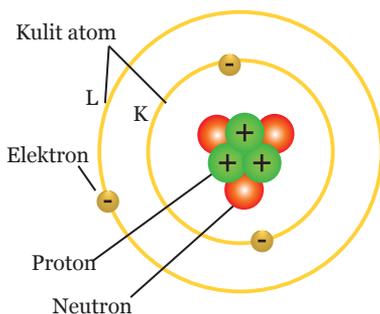
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.2 Membuat Model Atom Bohr

Apa yang kamu perlukan?

1. Plastisin dengan tiga warna yang berbeda
2. Kawat tembaga
3. Kertas karton putih berukuran 40 × 30 cm
4. Gunting

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Tentukan jenis atom yang akan kamu buat modelnya.
2. Tentukan jumlah proton, neutron, dan elektron pada atom tersebut.
3. Buatlah bulatan sebesar kelereng besar dengan menggunakan plastisin sebagai model proton dan neutron. Untuk membuat model elektron buatlah bulatan yang lebih kecil. Gunakan plastisin yang berbeda warna untuk pembuatan model neutron, proton, dan elektron.
4. Buatlah lingkaran kulit-kulit atom menggunakan kawat tembaga. Bila kulit atom lebih dari satu, kamu dapat membuat lingkaran dengan jari-jari berbeda.
5. Tempelkan model proton, neutron, dan elektron yang telah kamu buat pada kawat tembaga yang telah ditempelkan pada kertas karton, kemudian berikan nama dan lambang atom sesuai dengan jenis atom yang kamu buat.
6. Carilah informasi tambahan mengenai manfaat atau fungsi dari jenis atom unsur yang telah kamu buat dalam kehidupan sehari-hari.
7. Presentasikan model atom yang kamu buat di depan kelas.
8. Agar kamu lebih jelas, perhatikan contoh model atom litium (Li) berikut!

Sumber: Dok. Kemdibud

Gambar 8.17 Model Atom Litium (Li)

2. Ion dan Ikatan Ion

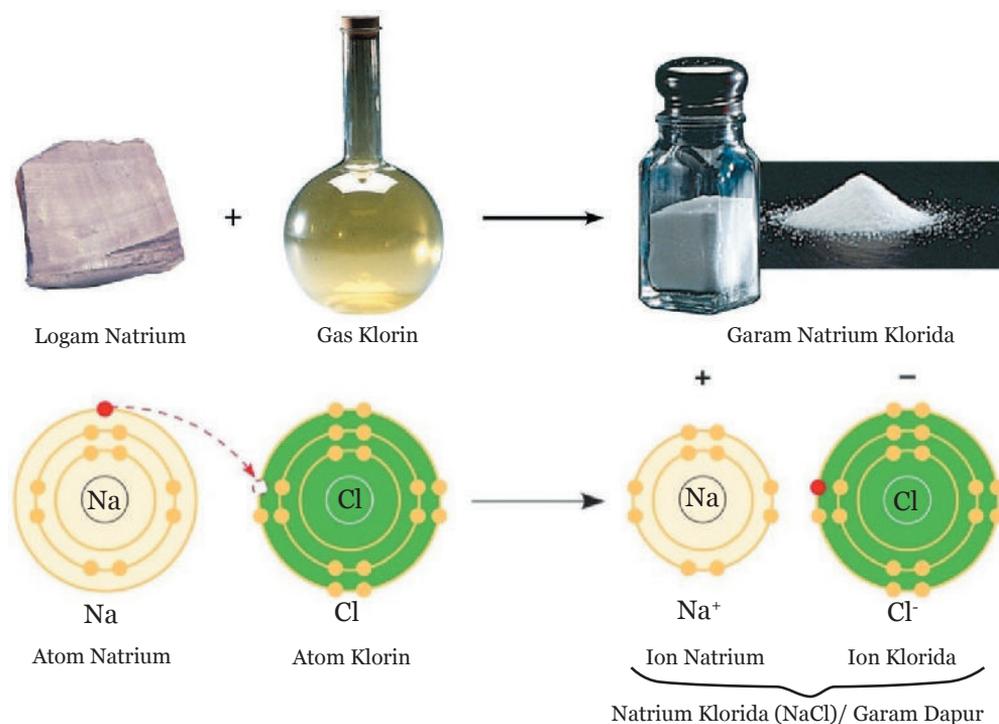
Atom-atom dengan nomor atom 1 sampai 18 akan berada dalam keadaan stabil bila kulit atom terluarnya berisi 2 elektron seperti helium (He) atau 8 elektron seperti neon (Ne), argon (Ar), dan kripton (Kr). Agar dapat mencapai jumlah 8 elektron pada kulit terluarnya, suatu atom dapat melepaskan atau menerima satu atau lebih elektron. Contoh atom natrium (Na) yang mempunyai 11 elektron mempunyai susunan elektron K=2, L=8, dan M=1 (perhatikan kembali Gambar 8.16b). Pada konfigurasi seperti ini kulit atom M dalam atom Na hanya terisi satu elektron. Keadaan ini menyebabkan atom Na tidak stabil.

Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluarnya, atom Na dapat melepaskan satu elektron dari kulit M tersebut atau menerima 7 elektron dari atom lain. Menerima 7 elektron sangatlah sulit, maka dari itu, atom natrium (Na) cenderung melepaskan 1 elektron. Akibatnya, bila atom Na melepaskan satu elektron, maka di dalam inti atom Na ada 11 proton yang bermuatan positif sedangkan pada kulit atom tinggal 10 elektron yang bermuatan negatif, sehingga secara keseluruhan atom Na bermuatan satu positif (+1).

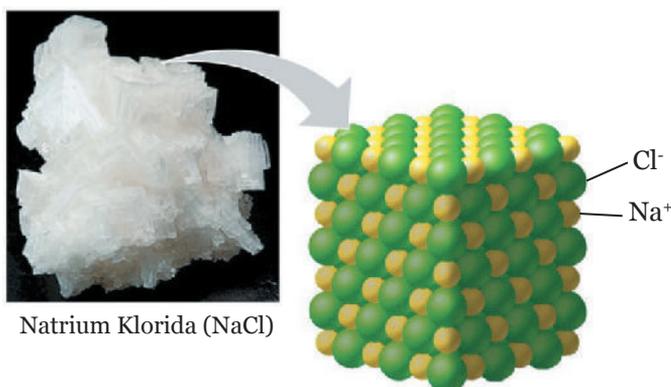
Jadi, atom natrium (Na) yang pada mulanya bersifat netral, setelah melepaskan satu elektron akan berubah menjadi Na yang bermuatan +1, dan ditulis Na^{+} yang disebut dengan ion Na^{+}. Berdasarkan penjelasan tersebut, apakah kamu dapat menyimpulkan apa itu ion? Ion yang bermuatan positif seperti ion Na^{+} secara umum disebut **kation**. Contoh

lain adalah atom kalisum (Ca) yang mempunyai susunan elektron dalam atomnya K = 2, L = 8, M = 8, dan N = 2. Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluar maka kalisum (Ca) cenderung melepaskan dua elektron dari kulit N, sehingga menjadi ion Ca^{2+}.

Sebaliknya, atom klorin (Cl) mempunyai susunan elektron K = 2, L = 8, dan M = 7 (perhatikan Gambar 8.16c). Agar atom klorin (Cl) stabil, maka ditangkaplah satu elektron dari atom lain agar kulit atom M terisi oleh 8 elektron. Atom klorin (Cl) yang menerima satu elektron akan kelebihan muatan negatif. Atom klorin (Cl) yang pada mulanya bersifat netral dengan 17 proton dan 17 elektron, jika menerima satu elektron dari luar maka akan menjadi bermuatan -1 atau ditulis Cl^{-}. Ion yang bermuatan negatif secara umum disebut **anion**.

Sebuah ion positif (kation) memiliki jumlah elektron lebih sedikit dibandingkan proton yang ada pada inti atom tersebut. Sebaliknya, ion negatif (anion) memiliki jumlah elektron lebih banyak dibandingkan protonnya. Dengan kata lain, atom yang melepaskan elektron akan menjadi ion yang bermuatan positif, sedangkan atom yang menerima elektron akan menjadi ion yang bermuatan negatif. Perhatikan Gambar 8.18!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 8.18 Serah Terima Elektron pada Pembentukan Garam Dapur (NaCl)

Pada contoh pembentukan garam NaCl (Gambar 8.18), ion Na^+ dan ion Cl^- saling tarik-menarik secara elektrostatik membentuk senyawa ion NaCl yang netral. Senyawa yang terbentuk dari kation dan anion disebut sebagai **senyawa ion**. Gaya tarik-menarik (gaya elektrostatik) antara kation dan anion dalam senyawa tersebut disebut **ikatan ion**. Kebanyakan unsur-unsur di alam berbentuk ion-ion. Seperti garam dapur yang kita konsumsi setiap hari, terdapat interaksi tarik menarik antara ion Na^+ dengan ion Cl^-. Dengan demikian, garam NaCl merupakan senyawa ion.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 8.19 Kristal Natrium Klorida (Garam Dapur)

Pada NaCl, kation dan anion tersusun selang-seling secara teratur sedemikian rupa seperti pada Gambar 8.19 sehingga interaksi tarik-menarik antara ion Na^+ dan ion Cl^- terjadi secara maksimal. Susunan seperti itu disebut dengan istilah **kristal**.

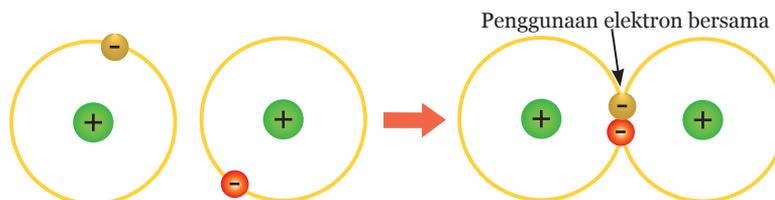
Umumnya unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron, sehingga akan membentuk kation. Sebaliknya unsur nonlogam akan cenderung menerima elektron sehingga membentuk anion. Kecenderungan suatu atom untuk menerima atau melepas elektron sehingga menjadi stabil juga dapat diketahui dari jumlah elektron terluar. Atom yang memiliki elektron terluar lebih dari 5 pada kulit terluarnya cenderung menerima elektron, sedangkan atom yang memiliki elektron kurang dari 4 pada kulit terluarnya cenderung melepaskan elektron.

Ayo, Kita Cari Tahu

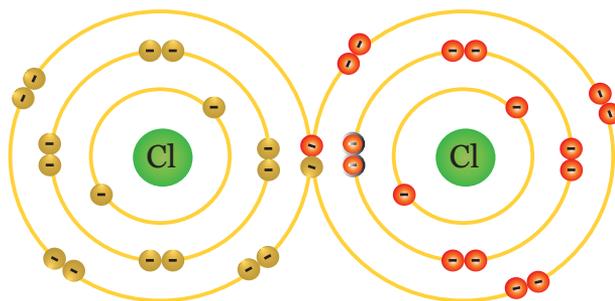
Carilah label salah satu minuman penyegar. Periksalah ion-ion yang dituliskan pada label minuman tersebut. Kelompokkan ion-ion tersebut sebagai kation atau anion dalam satu tabel. Kamu juga dapat membandingkan jenis-jenis ion yang ada dalam beberapa minuman penyegar. Apakah kandungan ion dalam berbagai merek minuman penyegar sama atau berbeda? Carilah informasi tentang peranan ion-ion tersebut dalam tubuh manusia.

Di dalam tubuh kita terdapat banyak sekali ion, antara lain ion kalium (K^+), ion kalsium (Ca^{2+}), ion magnesium (Mg^{2+}), ion klorida (Cl^-), ion karbonat (CO_3^{2-}), dan ion hidrogen karbonat (HCO_3^-). Coba bandingkan kandungan ion-ion yang terkandung dalam minuman penyegar dengan ion-ion yang ada dalam tubuh!

Ketika kamu melakukan aktivitas yang berat, seperti berlari atau bermain sepak bola, ion-ion yang ada dalam tubuh akan dikeluarkan bersama keringat. Kejadian ini mengakibatkan ion-ion dalam tubuh berkurang sehingga tubuhmu terasa lelah. Ion-ion dalam tubuh yang keluar bersama keringat dapat digantikan dari makanan dan minuman yang kita konsumsi. Dengan mendapat asupan ion-ion dari makanan dan minuman, tubuhmu akan menjadi segar kembali.

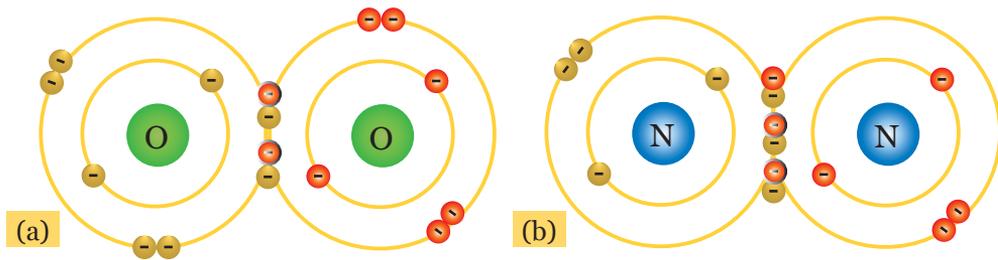
Tahukah kamu agar atom-atom dapat berada dalam keadaan stabil, atom-atom juga dapat menggunakan sejumlah elektron secara bersama. Contoh paling sederhana adalah atom hidrogen (H) yang mempunyai satu elektron. Hidrogen di alam bukan sebagai atom H, tetapi merupakan molekul H_2. Molekul H_2 mempunyai dua elektron yang digunakan bersama sehingga setiap atom H dalam molekul H_2 akan mampunyai dua elektron. Keadaan ini menyerupai elektron terluar pada gas mulia helium (He). Perhatikan Gambar 8.20!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.20 Penggunaan Elektron Secara Bersama pada Molekul H_2

Peristiwa serupa juga terjadi pada atom klorin (Cl) yang mempunyai 7 elektron pada kulit atom M, sehingga untuk menjadi lebih stabil masih kekurangan satu elektron. Agar dapat melengkapi jumlah elektron pada kulit terluarnya (menjadi 8), atom Cl menggunakan bersama satu elektron dari atom Cl lain sehingga membentuk Cl_2 seperti pada Gambar 8.21.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.21 Penggunaan Bersama Dua Elektron pada Molekul Cl_2

Pembentukan ikatan kimia melalui penggunaan bersama elektron oleh dua atom disebut **ikatan kovalen**. Pada contoh gas hidrogen dan gas klorin di atas, masing-masing atom menggunakan secara bersama satu pasang elektron. Ikatan yang terbentuk antara atom H dengan atom H atau atom Cl dengan atom Cl biasanya ditulis dengan lambang H—H atau Cl—Cl. Satu tanda garis '—' mewakili satu pasang elektron yang digunakan secara bersama.

Unsur oksigen (O) dan nitrogen (N) di alam terdapat sebagai gas O_2 dan N_2. Bagaimana gas oksigen (O_2) dan gas nitrogen (N_2) terbentuk? Agar lebih stabil atom O memerlukan 2 elektron agar kulit terluarnya terisi 8 elektron. Agar dapat memenuhi keadaan itu atom O menggunakan bersama dua pasang elektron seperti pada Gambar 8.22a. Atom nitrogen mempunyai 5 elektron pada kulit terluarnya sehingga kekurangan 3 elektron. Oleh sebab itu, atom N akan berikatan dengan atom N yang lain menggunakan bersama 3 pasangan elektron (Gambar 8.22b). Ikatan kovalen pada gas oksigen dapat ditulis dengan O=O sedangkan pada gas nitrogen dapat ditulis N≡N. Ingat! Banyaknya garis yang menghubungkan kedua atom tersebut menunjukkan banyaknya pasangan elektron yang digunakan bersama.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.22 Penggunaan Bersama Elektron pada (a) Gas Oksigen (O_2) dan (b) Gas Nitrogen (N_2)

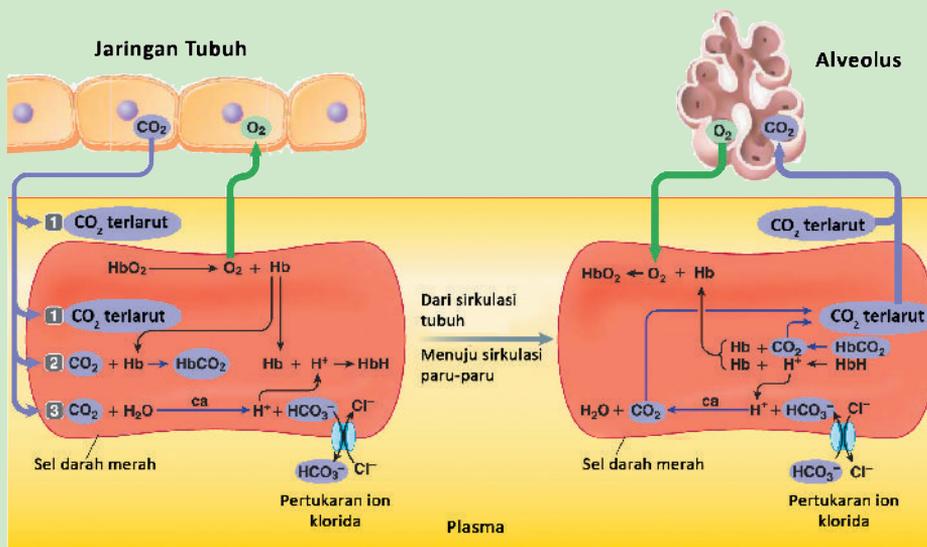
Masih ingatkah kamu model atom Dalton untuk senyawa H_2O dan CO_2? Pada molekul air (H_2O), satu atom oksigen mengikat dua atom hidrogen. Air merupakan senyawa di mana atom-atomnya berikatan secara kovalen. Demikian juga gas CO_2, satu atom C mengikat dua atom O dan kedua atom ini menggunakan bersama pasangan elektron. Senyawa-senyawa yang antar atomnya berikatan kovalen disebut **senyawa kovalen.**

Ayo, Kita Selesaikan

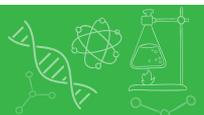
Gambarkan penggunaan elektron bersama pada molekul air, dan molekul karbon dioksida. Cocokkan gambarmu dengan simbol molekul molekul itu: H-O-H untuk H_2O dan O=C=O untuk CO_2. Berapa pasang elektron yang digunakan bersama pada masing-masing molekul tersebut?

Pencapaian kestabilan atom-atom suatu unsur yang ada di alam dilakukan dengan cara melepaskan dan menerima elektron atau menggunakan secara bersama pasangan elektron. Peristiwa ini menyebabkan atom-atom dapat bergabung satu sama lain membentuk molekul. Oleh karena itu, molekul-molekul glukosa yang terdiri atas atom-atom C, H, dan O bergabung membentuk senyawa $C_6H_{12}O_6$ yang rasanya manis. Pada Gambar 8.4 kamu telah ditunjukkan bahwa molekul-molekul glukosa bergabung satu dengan yang lain membentuk rantai panjang menghasilkan molekul rantai panjang penyusun amilum.

Tahukah Kamu?

Ion sangatlah penting bagi kehidupan. Manusia tidak akan dapat hidup tanpa adanya ion-ion. Masih ingatkah kamu apa fungsi ion kalsium (Ca^{2+}) pada sistem peredaran darah manusia? Ion kalsium sangat penting dalam pembekuan darah, ketika terjadi luka pada tubuh kita. Tanpa ion kalsium, pembekuan darah tidak dapat berlangsung. Darah akan terus keluar dari tubuh sehingga dapat mengakibatkan kematian. Selain berperan dalam pembekuan darah, ion juga sangat penting dalam transpor gas oksigen (O_2) dan gas karbon dioksida (CO_2) dalam tubuh.

Sumber: Sherwood, 2010

Gambar 8.23 Mekanisme Transpor Gas Oksigen dan Gas Karbon Dioksida dalam Tubuh Manusia

Karbon dioksida (CO_2) yang berada di jaringan tubuh diambil dan disalurkan menuju paru-paru melalui tiga cara a. Karbon dioksida larut dalam plasma darah dan sel darah. b. Karbon dioksida berikatan dengan hemoglobin (Hb) membentuk $HbCO_2$. c. Karbon dioksida bereaksi sehingga terbentuk ion bikarbonat (HCO_3^-). Agar dapat melakukan proses tersebut dengan baik, tubuh juga memerlukan ion klorida (Cl^-).

Ayo, Kita Renungkan

Setelah kamu membaca peranan ion dalam sistem peredaran darah dan transpor gas dalam tubuh manusia tentunya kamu semakin takjub dan kagum akan kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa bukan? Betapa hebat Tuhan kita yang telah mendesain mekanisme-mekanisme rumit dalam tubuh kita. Kita juga tidak boleh sombong, karena manusia itu sesungguhnya sangatlah lemah dan tidak berdaya. Bayangkan hanya tanpa satu jenis ion, misalnya ion klorida (Cl^-), niscaya manusia tidak akan dapat hidup karena tidak ada ion yang membantu transpor gas di dalam tubuh.

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bahwa ion-ion juga dapat digunakan untuk membunuh bakteri dan virus? Pernahkah kamu mendengar *Air Conditioner* (*AC*) *Plasma Cluster*? Alat ini merupakan salah satu pendingin ruangan yang juga dapat menghasilkan ion-ion, di antaranya ion H^+ dan ion O^{2-}. Berdasarkan hasil penelitian oleh ilmuwan Jepang ion-ion tersebut dapat membunuh bakteri *Escherichia coli*, *Micrococcus pyogenes*, dan virus influenza. Mekanisme pembunuhan bakteri dan virus ini terjadi melalui reaksi antara dua ion O^{2-} dan dua ion H^+. Kedua ion ini bereaksi menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) pada lapisan luar sel bakteri atau pada permukaan virus. Hidrogen peroksida memiliki energi potensial yang tinggi dan mampu merusak dinding sel bakteri dan selubung protein virus, sehingga bakteri dan virus akan mati.

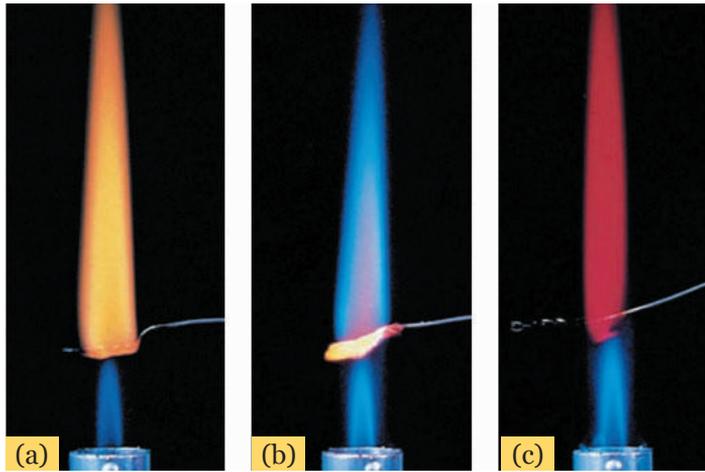
3. Identifikasi Unsur

Pada Gambar 8.6 kamu telah mempelajari lampu warna warni yang di dalamnya terkandung gas mulia. Selain itu, adakah di antara kamu yang suka melihat kembang api? Bagaimana kembang api dapat menghasilkan nyala yang berwarna-warni?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.24 Kembang Api

Kembang api mengandung senyawa-senyawa tertentu. Bila kembang api dibakar, molekul-molekul yang ada di dalam senyawa tersebut menyerap energi dan menyebabkan elektron-elektron pada atomnya mengalami perpindahan antarkulit atom. Perpindahan elektron dari kulit atom dengan energi lebih rendah ke kulit atom dengan energi lebih tinggi, akan menyerap energi. Sementara, perpindahan elektron dari kulit dengan energi yang lebih tinggi ke kulit atom dengan energi yang lebih rendah akan melepaskan energi. Energi yang dilepaskan tersebut akan terlihat sebagai cahaya. Tiap-tiap atom mempunyai jarak antarkulit atom yang berbeda sehingga energi yang diserap atau dilepaskan juga akan berbeda. Akibatnya cahaya yang dihasilkan memiliki warna-warna yang berbeda. Jika kamu menyulut kembang api, berarti kamu telah melakukan reaksi kimia yang menghasilkan cahaya.

Warna khas yang dihasilkan oleh unsur-unsur pada keadaan terbakar tersebut dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan suatu unsur dalam suatu materi secara kualitatif. Prinsip tersebut digunakan oleh ilmuwan untuk mengidentifikasi suatu unsur secara kualitatif dalam suatu bahan dan disebut sebagai **uji nyala**. Contoh hasil uji nyala beberapa unsur disajikan pada Gambar 8.25. Hanya saja, tidak semua unsur mempunyai warna yang khas. Oleh sebab itu, uji nyala hanya digunakan untuk mengetahui kandungan beberapa unsur tertentu.

Sumber: Trefil & Hazen, 2010

Gambar 8.25 Perbedaan Warna dari Pembakaran Unsur: (a) Natrium (Na), (b) Kalium (K), dan (c) Litium (Li)

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.3 Mengidentifikasi Unsur Melalui Pembakaran

Kamu telah mengetahui bahwa setiap unsur memiliki warna nyala yang berbeda ketika dibakar. Pada aktivitas ini kamu akan mengidentifikasi unsur-unsur tertentu pada suatu bahan melalui reaksi pembakaran.

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah pinset
2. 1 gram garam dapur
3. 1 gram pupuk NPK
4. 10 cm kawat tembaga
5. 1 buah pembakar spiritus
6. 1 buah sarung tangan kain/kulit

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Pakailah sarung tangan kain/kulit untuk melindungi tanganmu dari panas. Jangan gunakan sarung tangan yang terbuat dari plastik atau karet.

2. Siapkan kawat tembaga sekitar 10 cm, jepit satu ujungnya dengan pinset. Kemudian, ambil garam dapur dengan cara menyentuhkan ujung kawat tembaga yang lain. Bakarlah pada pembakar spiritus yang memiliki nyala biru.
3. Amati dan catatlah warna yang dihasilkan dari pembakaran tersebut.
4. Ulangi langkah 1-3 dengan mengganti garam dengan pupuk NPK.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

Apakah warna yang dihasilkan dari pembakaran garam dan pupuk NPK berbeda? Mengapa demikian?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

D. Sifat Zat dan Hubungannya dengan Partikel Penyusun dan Strukturnya

Ayo, Kita Pelajari

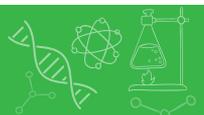
- Sifat fisika
- Sifat kimia

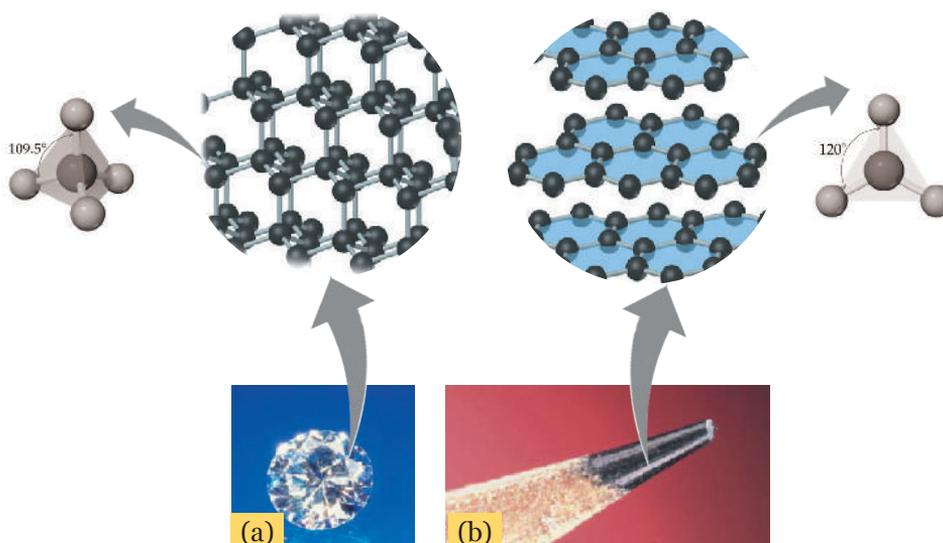
Istilah Penting

- Sifat fisika
- Kerapatan
- Kekerasan
- Elastisitas
- Viskositas
- Kestabilan
- Korosifitas
- Kereaktifan

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami sifat suatu zat, hubungannya dengan partikel penyusun, dan strukturnya sehingga kamu dapat memilih zat atau bahan yang paling sesuai untuk tujuan tertentu dalam kehidupan sehari-hari.

Perhatikanlah pensilmu! Tahukah kamu bahan yang digunakan sebagai isi pensilmu? Bahan yang digunakan sebagai isi pensil adalah grafit. Grafit berasal dari bahasa Yunani "*graphein*" yang berarti "menggambar" atau "menulis". Pemberian nama grafit dikarenakan bahan ini memiliki kemampuan untuk meninggalkan bekas pada kertas atau objek lain. Grafit merupakan suatu bentuk kristal dari unsur karbon (C). Bentuk lain dari unsur karbon yang banyak kita

temukan adalah arang, biasanya digunakan untuk memanggang ikan atau memanggang sate.

Apakah kamu juga pernah melihat intan? Intan merupakan salah satu kristal yang sangat indah dan sangat berharga, sehingga banyak digunakan sebagai perhiasan. Intan juga dikenal sebagai bahan alam yang memiliki sifat paling keras, sehingga intan juga banyak dimanfaatkan dalam industri sebagai bahan pemotong kaca. Tahukah kamu bahwa sebenarnya intan juga merupakan suatu bentuk kristal dari unsur karbon (C)? Grafit dan intan tersusun dari unsur yang sama yaitu karbon (C).

Sumber: Whitten *et al*. 2010

Gambar 8.26 (a) Struktur Tetrahedral Intan, (b) Struktur Heksagonal Grafit

Meskipun grafit dan intan tersusun dari unsur yang sama yaitu karbon, tetapi keduanya memiliki struktur yang berbeda. Pada intan, tiap-tiap atom karbon (C) mengikat empat atom karbon (C) lainnya dengan ikatan kovalen membentuk struktur tetrahedral (struktur berupa empat bidang). Struktur ini membuat intan bersifat sangat kuat dan keras serta memiliki titik lebur sekitar 3.550°C. Pada grafit, atom C berikatan dengan tiga atom C lainnya membentuk lapisan heksagonal (struktur berbentuk datar yang terbentuk dari struktur berbentuk segienam). Antar lapisan-lapisan ini diikat oleh suatu gaya yang disebut **gaya Van der Waals** yang lemah, sehingga grafit bersifat rapuh. Selain itu, grafit memiliki gaya adhesi yang tinggi. Gaya adhesi merupakan kecenderungan partikel yang berbeda untuk saling melekat. Karena memiliki gaya adhesi yang tinggi, membuat grafit

mampu meninggalkan bekas pada kertas maupun objek lain.

Sumber: batteryhack.com

Gambar 8.27 Grafit sebagai Elektroda Positif (Katode) pada Baterai

Struktur grafit yang unik juga menyebabkan elektron pada atom grafit mudah berpindah, oleh kerena itu grafit mudah menghantarkan listrik dan banyak digunakan sebagai elektrode positif (katode) pada baterai (Gambar 8.27). Grafit juga memiliki sifat yang sulit bereaksi dengan zat lain. Karena itu, grafit banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan alat yang membutuhkan ketahanan dari berbagai zat kimia, misalnya pada tungku pembakaran dan tempat reaksi nuklir.

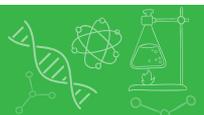
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.4 Mengidentifikasi Berbagai Jenis Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Kertas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang.
2. Buatlah tabel pengamatan seperti pada Tabel 8.7.
3. Bersama kelompokmu lakukan identifikasi berbagai jenis bahan, sifat dari bahan tersebut, dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Kamu dapat melakukan pengamatan di rumah, di sekolah, atau di lingkungan sekitar tempat tinggalmu.
4. Tulislah hasil identifikasi yang telah kamu lakukan pada tabel yang telah kamu buat.

Tabel 8.7 Hasil Identifikasi Berbagai Jenis Bahan, Sifat, dan Pemanfaatannya

No	Jenis Bahan	Sifat	Pemanfaatan
1	Aluminium	▪ Keras ▪ Tidak mudah leleh ▪ Menghantarkan panas ▪ Tidak mudah berkarat ▪	▪ Sebagai bahan pembuatan alat memasak ▪ Sebagai bahan pembuatan tempat menjemur pakaian ▪ ....
2	Karet	▪	▪ ....
dst			

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apakah tiap-tiap jenis bahan yang kamu amati memiliki sifat yang unik dan berbeda dengan jenis yang lain? Mengapa demikian?
2. Apabila kamu akan membuat kursi atau meja, sifat bahan yang bagaimanakah yang akan kamu pilih? Apa contoh jenis bahan yang akan kamu gunakan?
3. Apabila kamu akan membuat kabel listrik, sifat bahan yang bagaimanakah yang akan kamu pilih? Apa contoh jenis bahan yang akan kamu gunakan?
4. Apabila kamu akan membuat kerangka pesawat terbang, sifat bahan yang bagaimanakah yang akan kamu pilih? Apa contoh jenis bahan yang akan kamu gunakan?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setiap zat memiliki sifat yang unik dan berbeda dengan zat lain. Perbedaan sifat zat tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun suatu zat. Perbedaan sifat zat juga dapat disebabkan oleh perbedaan ikatan atau perbedaan struktur (susunan) atom atau molekul-molekul penyusunnya. Agar dapat membedakan zat penyusun suatu benda atau bahan, kamu dapat mengidentifikasi sifat-sifat suatu zat. Sifat suatu zat dapat dikelompokkan menjadi sifat fisika dan sifat kimia.

Tahukah kamu bahwa kekerasan suatu zat, titik lebur, dan kemudahan dalam menghantarkan listrik (konduktivitas) merupakan beberapa contoh sifat fisika suatu zat? Sementara itu, mudah tidaknya

suatu zat bereaksi dengan zat lain adalah salah satu contoh sifat kimia. Peralatan yang diproduksi dalam industri atau bahan yang digunakan sehari-hari selalu mempertimbangkan sifat fisika dan sifat kimia suatu zat. Dengan mempertimbangkan sifat tersebut, kamu dapat memaksimalkan pemilihan suatu bahan yang digunakan untuk membuat suatu peralatan atau barang lain dalam kehidupan sehari-hari. Masih banyak sifat fisika dan sifat kimia suatu zat, tentu kamu tertarik untuk mengetahuinya bukan? Oleh karena itu, ayo pelajari dengan penuh semangat!

1. Sifat Fisika

Sifat fisika merupakan sifat yang dapat diamati tanpa mengubah ciri-ciri dan komposisi suatu zat. Sifat fisika tidak berhubungan dengan pembentukan zat baru. Beberapa contoh sifat fisika sebagai berikut.

a. Kerapatan (Densitas/ Massa Jenis)

Kerapatan adalah massa zat dalam satuan volume tertentu. Satuan kerapatan adalah kg/m³ atau g/ml. Misalnya udara memiliki kerapatan 1,205 kg/m³ sedangkan gas asetilena atau gas karbid (C_2H_2) memiliki kerapatan 1,092 kg/m³. Jika dibandingkan, massa jenis gas asetilena lebih kecil daripada massa jenis udara. Pada dasarnya perbedaan ini disebabkan karena perbedaan massa atom partikel penyusun zat. Massa jenis gas asetilena lebih kecil dari udara, sehingga gas asetilena banyak dimanfaatkan untuk mengisi balon, agar balon dapat terbang di udara.

Sumber: www.aaafreeads.com

Gambar 8.28 Balon yang Berisi Gas Asetilena

b. Kekerasan

Tahukah kamu apa itu kekerasan? Kekerasan merupakan ukuran untuk menentukan keras atau lunaknya suatu zat. Kekerasan diukur dengan *skala Mohs,* menggunakan alat yang disebut **sklerometer**. Semakin besar skala Mohs suatu zat, semakin keras pula zat tersebut. Perhatikanlah Tabel 8.8 untuk mengetahui kekerasan bebarapa zat.

Tabel 8.8 Kekerasan Beberapa Zat dan Mineral

No	Kekerasan (Mohs)	Zat atau Mineral
1	0.5 – 0.6	Logam natrium (Na), kalium (K)
2	1	Talk ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)
3	1,5	Timah (Sn), grafit (C)
4	2	Kalsium(Ca)
5	2,5- 3	Emas (Au), perak (Ag), alumunium (Al), seng (Zn)
6	3	Tembaga (Cu)
7	4	Nikel(Ni), besi (Fe)
8	4 - 4,5	Baja

Ayo, Kita Pikirkan!

Berdasarkan data kekerasan pada Tabel 8.4, kira-kira unsur atau mineral apakah yang akan kamu gunakan membuat palu? Apakah kamu akan membuat palu dari logam natrium? Jelaskan alasanmu!

c. Elastisitas

Tahukah kamu apa itu elastisitas? Coba perhatikan Gambar 8.29! Pada Gambar 8.29 terdapat sebuah peredam getaran yang umumnya ada di kendaraan bermotor atau sering disebut sebagai *shock absorber* atau skok. Ketika kamu mengendarai sepeda motor, kemudian melewati lubang di jalan skok sepeda motormu akan semakin merapat atau berubah bentuk dari kondisi awal. Setelah itu, skok akan kembali ke keadaan semula. Kemampuan ini dikenal dengan elastisitas.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.29 *Shock Absrorber* (Skok) pada Kendaraan Bermotor

Elastisitas merupakan kemampuan suatu benda untuk mempertahankan diri ketika terkena tarikan atau dorongan (gaya) dan mampu untuk kembali ke ukuran serta bentuk awal ketika gaya tersebut dihilangkan. Tahukah kamu terbuat dari bahan apa skok kendaraan tersebut? Skok kendaraan umumnya terbuat dari baja, dipilih baja karena memiliki elastisitas yang tinggi. Oleh karena itu, ketika skok diberi tarikan atau dorongan akibat melewati jalanan yang berlubang, skok dapat dengan mudah kembali ke ukuran dan bentuk awal. Kemampuan ini disebabkan baja memiliki kisi-kisi atau pola geometris susunan atom yang unik, pola geometris susunan atom ini akan mengalami perubahan ukuran ketika diberi gaya. Ketika gaya dihilangkan, pola geometris susunan atom akan kembali ke keadaan semula.

Setiap zat memiliki elastisitas tertentu. Zat seperti es batu, kayu, dan gelas memiliki elastisitas yang rendah. Oleh karena itu, zat tersebut akan mengalami kerusakan bentuk ketika diberikan gaya yang besar. Karet memiliki elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan elastisitas es batu, kayu, dan gelas. Pada karet elastisitas disebabkan karena terulurnya rantai polimer ketika diberi gaya. Rantai polimer karet akan kembali pada posisi dan ukuran semula ketika gaya dihilangkan.

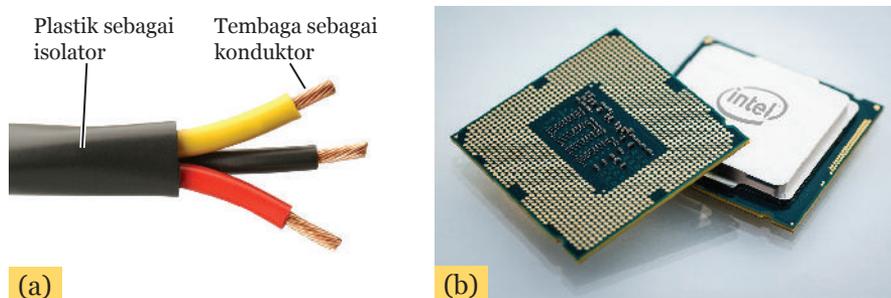
Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 8.30 Karet yang Elastis

Ayo, Kita Pikirkan!

Menurutmu manakah diantara karet dan baja yang elastisitasnya lebih tinggi?

d. Daya Hantar

Daya hantar adalah kemampuan suatu zat untuk menghantarkan panas atau listrik. Berdasarkan sifat ini, benda dapat dibedakan menjadi konduktor, isolator, dan semikonduktor. Bahan yang dapat digunakan sebagai konduktor yaitu bahan yang terbuat dari zat yang mampu

menghantarkan elektron dengan mudah, misalnya besi, tembaga emas, dan perak. Sebaliknya, zat yang memiliki kemampuan rendah dalam menghantarkan elektron, seperti plastik dan kayu digunakan sebagai bahan isolator. Bahan semikonduktor adalah bahan yang jika berada pada suhu rendah bersifat sebagai isolator, dan pada suhu tinggi bersifat sebagai konduktor, contohnya silikon dan germanium. Bahan semikonduktor banyak digunakan sebagai komponen dalam alat elektronik, misalnya *Integrated Circuit* (IC) atau prosesor komputer.

Sumber: (a) quincailleriebeta.com, (b) www.comsol.com

Gambar 4.31 (a) Kabel Tembaga sebagai Konduktor dengan Plastik sebagai Isolatornya, (b) Prosesor Komputer Terbuat dari Bahan Semikonduktor

e. Kemagnetan

Kemampuan suatu zat untuk dapat dipengaruhi oleh medan magnet disebut dengan sifat kemagnetan. Sifat kemagnetan dibedakan menjadi tiga, yaitu feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik. Benda-benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet digolongkan pada kelompok feromagnetik, misalnya besi, baja, kobalt, dan nikel. Benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet digolongkan pada kelompok paramagnetik, misalnya magnesium, molibdenum, dan litium. Benda-benda yang tidak ditarik oleh magnet termasuk kelompok diamagnetik, misalnya perak, emas, tembaga, dan bismut.

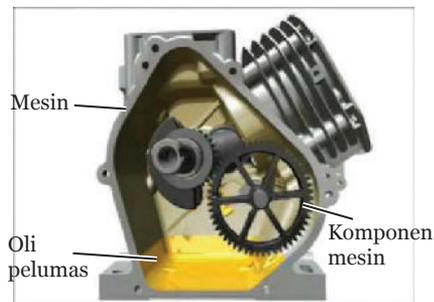
Sumber: www.educationquizzes.com

Gambar 4.32 Besi Merupakan Bahan Feromagnetik

f. Viskositas (Kekentalan)

Viskositas adalah ukuran kekentalan fluida (zat cair dan gas) yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Semakin besar viskositas suatu fluida, maka semakin sulit suatu fluida mengalir dan semakin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi (gaya tarik menarik) antara molekul-molekul zat cair. Sementara pada gas, viskositas timbul sebagai akibat tumbukan antara molekul-molekul gas. Contoh fluida yang memiliki viskositas tinggi adalah madu dan oli. Air merupakan contoh zat yang memiliki viskositas rendah.

g. Titik Didih

Titik didih adalah suhu saat zat cair mulai berubah menjadi uap pada tekanan tertentu. Zat cair dapat berubah menjadi uap karena tekanan uap lebih besar dari tekanan luar yang menahan zat cair. Misalnya air, pada suhu 100°C akan berubah menjadi uap. Ini berarti, air memiliki titik didih sebesar 100°C. Pengetahuan titik didih suatu zat sangatlah penting, misalnya penggunaan oli sebagai pelumas mesin kendaraan bermotor. Saat mesin kendaraan bermotor bekerja akan dihasilkan panas yang sangat tinggi dan komponen dalam mesin akan bergesekan.

Sumber: www.briggsandstratton.com

Gambar 8.33 Oli dalam Mesin Kendaraan Bermotor

Jika mesin tidak diberi pelumas, akan mengalami kerusakan pada komponen mesin akibat mesin terlalu panas. Oleh karena itu, zat yang digunakan sebagai pelumas harus mampu bertahan atau tidak menguap pada suhu yang sangat tinggi. Agar dapat memenuhi kebutuhan ini digunakanlah oli sebagai pelumas. Oli merupakan senyawa hidrokarbon yang tersusun sekitar 36 atom karbon (C). Susunan rantai atom karbon yang panjang inilah yang membuat oli memiliki titik didih yang tinggi hingga 300°C.

h. Titik Beku

Titik beku merupakan suhu pada tekanan tertentu saat zat cair mulai berubah menjadi padat ketika suhu suatu zat diturunkan. Misalnya air pada suhu 27°C pada tekanan 1 atmosfer (atm) berwujud

cair, tetapi saat suhu air diturunkan menjadi 0^{o}C, air akan berubah wujud menjadi padat. Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa titik beku air adalah 0^{o}C.

Pengetahuan tentang titik beku suatu zat sangatlah penting, terutama untuk menentukan zat yang digunakan sebagai pendingin mesin kendaraan bermotor. Di daerah dingin seperti di Alaska , suhu saat musim dingin bisa mencapai -16,3 ^{o}C. Pada suhu ini tentu air akan membeku, termasuk air yang digunakan sebagai pendingin kendaraan bermotor, sehingga dapat merusak mesin kendaraan. Oleh sebab itu, perlu adanya cairan pendingin yang mampu mempertahankan wujudnya dalam bentuk cair meskipun pada suhu yang sangat rendah.

Zat cair yang memenuhi syarat tersebut adalah senyawa etilen glikol, propilen glikol, dan gliserol sebagai pendingin mesin kendaraan bermotor. Molekul gliserol mampu membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan molekul air, sehingga titik beku campuran lebih rendah dari pada titik beku air. Campuran tersebut mampu mencegah pembentukan kristal es, meskipun suhu diturunkan hingga mencapai -37,8 ^{o}C. Karena itu, ketiga zat tersebut dikenal sebagai zat antibeku "*antifreeze*".

Sumber: autorepairboulder.com

Gambar 8.34 Propilen Glikol untuk Pendingin Kendaraan

Selain pada kendaraan bermotor, zat antibeku juga dibutuhkan oleh banyak makhluk hidup yang tinggal di daerah yang suhunya sangat rendah. Zat antibeku diperlukan agar cairan dalam sel dan dalam jaringan tubuh tidak membeku. Zat antibeku pada makhluk hidup misalnya gliserol atau dimetilsulfoksida pada serangga, trehalosa pada cacing nematoda dan rotifera, serta protein antibeku "*anti freeze protein (AFP)"* pada ikan-ikan yang hidup di Antartika.

Perhatikan struktur protein anti-beku pada Gambar 8.35. Mahakuasa dan Mahabesar Tuhan yang telah menciptakan hewan-hewan tersebut dengan kemampuan yang luar biasa. Dengan kemampuannya tersebut, hewan dapat bertahan hidup walaupun suhu lingkungan sangat dingin.

Sumber:www.ebi.ac.uk
Gambar 8.35 Struktur Protein Antibeku pada Kumbang *Tenebrio molitor*

i. Titik Leleh

Terbuat dari apakah alat-alat untuk memasak di rumahmu? Apakah dari plastik atau dari logam? Tentu terbuat dari bahan logam bukan? Alat-alat untuk memasak biasanya terbuat dari logam aluminium. Pemilihan aluminium sebagai bahan pembuatan alat untuk memasak dikarenakan aluminium memiliki titik leleh yang tinggi dibandingkan dengan plastik. Selain memiliki titik leleh yang tinggi, aluminium juga memiliki stabilitas yang tinggi terhadap panas, ringan, tidak reaktif, dan tidak mudah berkarat.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 8.36 Aluminium sebagai Bahan Pembuat Alat untuk Memasak

Titik leleh adalah suhu pada tekanan tertentu saat zat padat mulai berubah menjadi cair. Kamu dapat melihat titik leleh berberapa logam dan plastik pada Tabel 8.9.

Tabel 8.9 Titik Leleh Beberapa Logam dan Plastik

No	Zat atau Bahan	Titik Leleh (°C)	No	Zat atau Bahan	Titik Leleh (°C)
1	Aluminium	660	5	Timah	232
2	Besi	1539	6	Plastik PVC (*Polyvinyl Chloride*)	175
3	Magnesium	650	7	Plastik HDPE (*High-Density Polyethylene*)	130
4	Nikel	1455	8	Plastik PP (*Polypropylene*)	160

2. Sifat Kimia

Sifat kimia adalah sifat yang tampak pada suatu zat ketika zat tersebut mengalami perubahan atau reaksi menjadi zat lain. Sifat kimia menunjukkan mekanisme suatu zat berubah atau bereaksi menjadi zat lain. Sifat kimia suatu zat sangat penting untuk dipahami ketika akan menggunakan suatu bahan untuk keperluan tertentu. Beberapa sifat kimia suatu zat adalah sebagai berikut.

a. Kestabilan

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari titik leleh suatu zat atau bahan. Kamu juga sudah mengetahui alasan logam aluminium digunakan untuk membuat alat-alat memasak. Aluminium memiliki stabilitas yang tinggi terhadap paparan panas tinggi.

Tahukah kamu apa itu kestabilan? Kestabilan adalah kemampuan suatu zat untuk mempertahankan diri dari perubahan atau dekomposisi di lingkungan alamiahnya atau ketika terkena udara, panas, cahaya, tekanan, kondisi alami lain, atau akibat adanya reaksi alami yang dapat terjadi pada zat tersebut. Kestabilan juga dapat didefinisikan sebagai mudah tidaknya suatu zat atau bahan rusak.

Apakah kamu tahu stirofoam? Saat ini banyak sekali orang yang menggunakan stirofoam sebagai pembungkus makanan, biasanya sebagai wadah mie instan. Stirofoam adalah jenis plastik yang mengandung senyawa kimia polistirena. Berdasarkan hasil berbagai penelitian, senyawa ini diduga memicu munculnya kanker. Selain itu stirofoam sulit terurai jika dibuang di lingkungan, sehingga seringkali menyebabkan pencemaran lingkungan.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 8.37 Stirofoam sebagai Pengemas Makanan

Stirofoam memiliki stabilitas yang rendah terhadap panas, artinya jika plastik ini terkena panas yang cukup tinggi, maka plastik akan rusak. Jika stirofoam digunakan sebagai pembungkus makanan, senyawa polistirena yang berbahaya akan tercampur ke dalam makanan. Oleh sebab itu, jika kamu mengonsumsi makanan dalam kemasan stirofoam secara terus menerus, maka kemungkinan besar kamu akan terserang berbagai penyakit.

b. Kereaktifan

Tahukah kamu tentang karbid? Karbid adalah suatu senyawa kimia dengan rumus kimia CaC_2. Karbid memiliki wujud padat seperti batu berwarna keabu-abuan dan biasa digunakan untuk mempercepat pematangan buah. Karbid juga banyak digunakan dalam industri las karbid. Apakah kamu pernah memasukkan karbid ke dalam air?

(a)

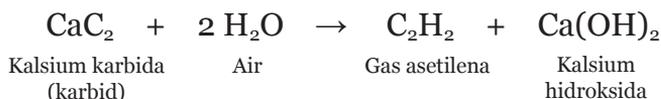
(b)

Sumber: www.sciencemadness.org, (b) www.popsci.com

Gambar 8.38 (a)Karbid, (b) Reaksi Karbid dengan Air

Ketika karbid dimasukkan dalam air, karbid akan langsung bereaksi dengan air menghasilkan panas dan gas asetilena. Gas asetilena ini mudah terbakar dan dimanfaatkan dalam proses pengelasan logam. Reaksi kimia karbid dengan air adalah sebagai berikut:

$$CaC_2 + 2\,H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

Kalsium karbida (karbid) — Air — Gas asetilena — Kalsium hidroksida

Karena karbid mudah bereaksi dengan zat lain misalnya air, dikatakan karbid memiliki reaktivitas yang tinggi. Reaktivitas merupakan ukuran yang menunjukkan mudah tidaknya suatu zat bereaksi dengan zat lain.

Pada bagian sebelumnya, kamu telah mengetahui alasan penggunaan aluminium sebagai bahan pembuatan peralatan memasak. Selain memiliki titik leleh yang tinggi dan memiliki stabilitas yang tinggi, aluminium juga bersifat tidak reaktif. Bayangkan jika aluminium memiliki reaktivitas yang tinggi dengan air! Ketika kamu memasak, kamu pasti akan kaget dan tidak dapat memasak air karena panci aluminium telah bereaksi membentuk zat lain! Tentu kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah menciptakan aluminium yang memiliki sifat fisika dan sifat kimia yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan kita.

c. Korosifitas

Apakah di rumahmu terdapat cairan pembersih lantai? Cairan pembersih lantai dapat membantumu menghilangkan noda pada lantai dengan mudah. Mengapa cairan pembersih memiliki kemampuan tersebut? Apakah kamu pernah melihat komposisi cairan pembersih lantai?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.39 Cairan Pembersih Lantai

Jika kamu melihat komposisi cairan pembersih lantai, kamu akan melihat di dalamnya terkandung asam klorida (HCl). Senyawa ini mampu mengikis kotoran, jaringan tumbuhan, jaringan hewan, jaringan manusia, bahkan mampu mengikis logam dan membuat logam cepat berkarat. Dengan sifatnya yang demikian, asam klorida disebut memiliki korosifitas yang tinggi. Selain HCl, bahan yang bersifat korosif adalah asam sulfat (H_2SO_4). Asam sulfat banyak digunakan sebagai cairan elektrolit pada aki. Baik asam klorida maupun asam sulfat dapat melukai kulit. Oleh karena itu, kamu harus berhati-hati ketika menggunakan senyawa tersebut.

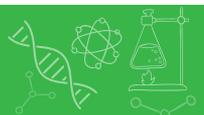
Ayo, Kita Cari Tahu

Bersama kelompokmu, coba carilah sifat kimia selain yang telah kamu pelajari, yang perlu untuk dipertimbangkan ketika akan memanfaatkan suatu bahan! Kemudian presentasikanlah hasilnya di kelas!

Ayo, Kita Renungkan

Coba buka tas sekolahmu, barang apa saja yang dapat kamu temukan? Kamu mungkin akan menemukan buku tulis, pensil, bolpoin, karet penghapus, baju olah raga atau bahkan botol minuman. Dari mana semua bahan tersebut berasal? Semua bahan tersebut tentunya berasal dari pengolahan unsur-unsur yang ada di alam. Tentunya ini merupakan anugerah Tuhan Yang Maha Esa yang menyiapkan bumi dengan berbagai isinya untuk kebutuhan makhluk yang hidup di dalamnya. Tidak semua unsur yang ada di alam dapat dimanfaatkan secara langsung. Kita harus mengolah beberapa bahan dari alam untuk dijadikan bahan lain sehingga dapat dimanfaatkan, seperti halnya karet penghapus yang berasal dari getah pohon karet. Getah dari pohon karet ini dapat dimanfaatkan untuk membuat berbagai jenis ban karet, alas sepatu, atau karet gelang yang biasa kamu gunakan untuk bermain.

Apakah kamu sudah memanfaatkan semua bahan-bahan tersebut dengan benar? Apakah kamu sudah menggunakan buku tulismu dengan benar? Apakah kamu sudah membuang sampah plastikmu dengan benar? Apa yang terjadi jika kamu membuang sampah plastik sembarangan? Salah satu cara yang dapat kamu lakukan untuk mensyukuri nikmat Tuhan Yang Maha Esa akan berbagai materi yang telah disiapkan di alam ini adalah dengan menjaga alam itu sendiri, misalnya menghemat dalam penggunaan kertas untuk mengurangi penebangan pohon. Membuang sampah secara terpisah antara kertas, plastik, dan sampah organik juga penting dilakukan, agar bahan-bahan ini dapat dimanfaatkan kembali dan tidak mencemari lingkungan.

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang partikel penyusun benda dan makhluk hidup? Coba kamu jawab pertanyaan atau pernyataan di bawah ini dengan memberi tanda centang (√) pada kolom ”ya” atau ”tidak”!

Tabel 8.10 Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi
Terkait Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

No	Pertanyaan/Pernyataan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu bersyukur atas anugerah Tuhan Yang Maha Esa yang telah menyiapkan bumi dengan berbagai unsur di dalamnya untuk kebutuhan makhluk hidup?		
2	Apakah kamu memiliki rasa ingin tahu yang lebih untuk memperdalam pemahaman pada materi partikel penyusun benda dan makhluk hidup?		
3	Apakah kamu ingin mengembangkan suatu alat atau teknologi dengan mempertimbangkan sifat zat untuk kemajuan bangsa Indonesia?		
4	Apakah kamu sudah membuang sampah secara terpisah antara kertas, plastik, logam, dan sampah organik?		
5	Saya berperilaku jujur dan bertanggung jawab saat melakukan berbagai kerja kelompok pada materi ini.		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban ”ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban ”tidak” mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut:

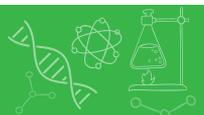
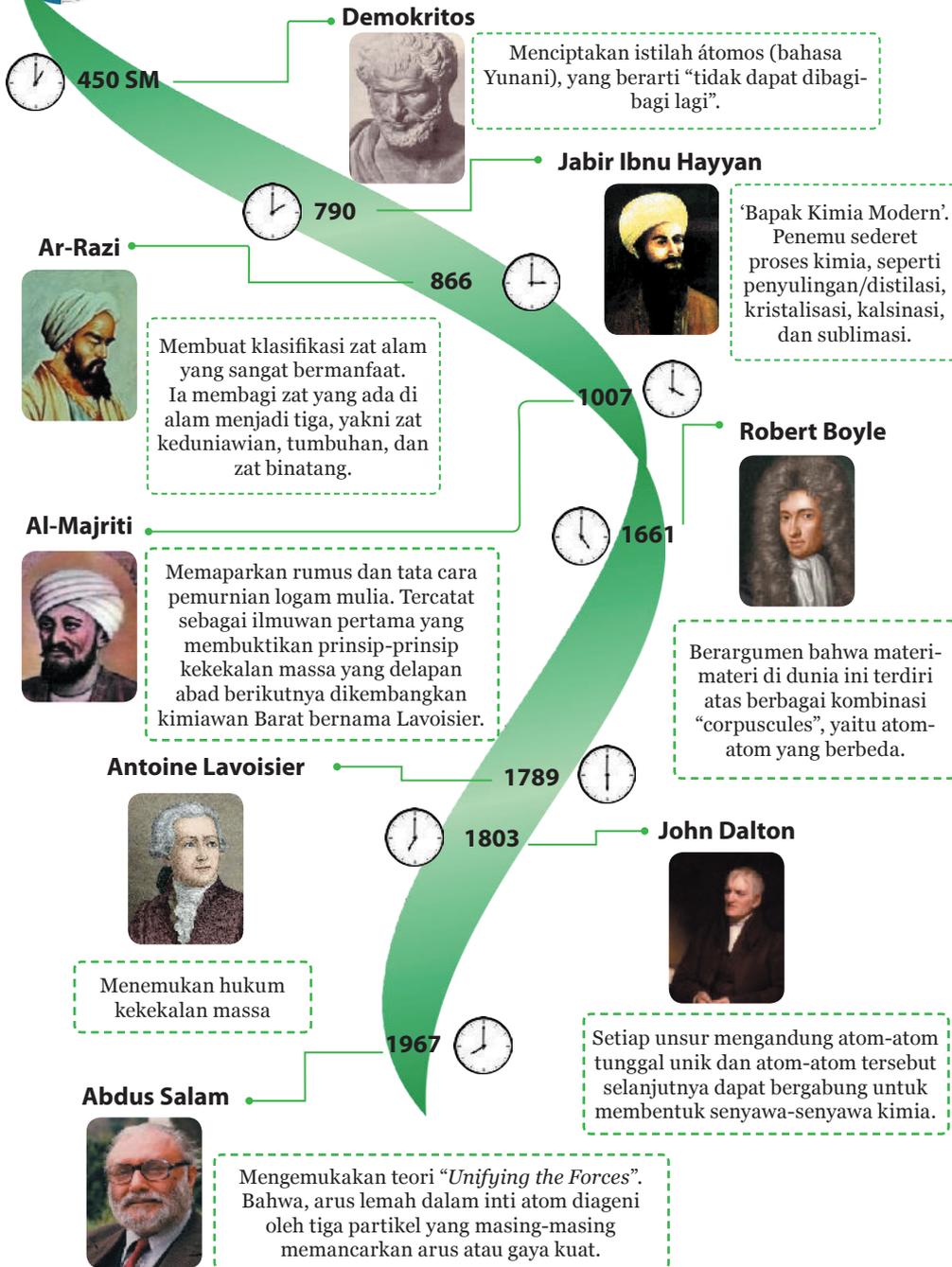
Skor 0 - 3 : berarti kamu memiliki sikap yang kurang baik dalam pembelajaran materi partikel penyusun benda dan makhluk hidup.

Skor 4 - 6 : berarti kamu memiliki sikap yang cukup baik dalam pembelajaran materi partikel penyusun benda dan makhluk hidup.

Skor 7 - 10 : berarti kamu memiliki sikap yang baik dalam pembelajaran materi partikel penyusun benda dan makhluk hidup.

Untuk kamu yang memiliki sikap kurang baik atau cukup baik, sebaiknya kamu terus berusaha untuk lebih giat lagi dalam belajar!

Info Tokoh

Mengemukakan teori "*Unifying the Forces*". Bahwa, arus lemah dalam inti atom diageni oleh tiga partikel yang masing-masing memancarkan arus atau gaya kuat.

Rangkuman

1. Setiap benda dan makhluk hidup tersusun oleh molekul-molekul. Molekul ini tersusun atas partikel yang lebih kecil yaitu atom.
2. Atom tersusun atas partikel subatom yaitu proton yang memiliki muatan positif, elektron yang memiliki muatan negatif, dan neutron yang tidak bermuatan.
3. Sifat-sifat suatu materi atau benda yang berbeda disebabkan oleh perbedaan susunan molekul-molekul dalam materi itu, jenis ikatan kimia, serta perbandingan jumlah dan jenis atom dalam suatu molekul.
4. Ada beberapa teori perkembangan atom, yaitu teori Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan teori atom modern.
5. Partikel subatom banyak dimanfaatkan dalam kehidupan, misalnya elektron digunakan pada mikroskop elektron dan sinar-X.
6. Setiap atom memiliki nomor atom dan nomor massa. Nomor atom menunjukkan jumlah proton, sedangkan nomor massa menunjukkan penjumlahan proton dan neutron.
7. Molekul dan atom yang menerima atau melepas elektron menjadi bermuatan dan membentuk ion.
8. Proses pembentukan ion disebut ionisasi. Ion yang bermuatan positif disebut kation, sedangkan ion yang bermuatan negatif disebut anion. Gaya tarik-menarik antara kation dan anion dalam senyawa tersebut disebut ikatan ionik.
9. Pembentukan ikatan kimia melalui penggunaan bersama elektron antar dua atom disebut dengan ikatan kovalen.
10. Susunan elektron di dalam suatu atom disebut dengan konfigurasi elektron.
11. Tingkat energi dalam suatu atom berturut-turut adalah tingkat energi K, L, M, N, dan seterusnya. Tingkat energi K merupakan tingkat energi pada kulit ke-1 (n=1), tingkat energi L pada kulit ke-2 (n=2), dan seterusnya.
12. Tingkat energi K atau n=1 dapat ditempati oleh 2 elektron, L atau n=2 dapat ditempati oleh 8 elektron, M atau n=3 dapat ditempati oleh 18 elektron dan seterusnya.

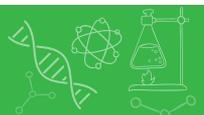
13. Uji nyala dapat digunakan untuk mengetahui kandungan beberapa unsur dalam suatu senyawa secara sederhana
14. Setiap zat memiliki sifat yang unik dan berbeda dengan zat lain yang disebabkan oleh perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun suatu zat, perbedaan ikatan, atau perbedaan struktur (susunan) atom atau molekul-molekul penyusunnya.
15. Intan dan grafit tersusun dari atom yang sama yaitu atom karbon (C), namun membentuk struktur dan jenis ikatan yang berbeda sehingga dapat dihasilkan karakteristik yang berbeda. Pada intan masing-masing atom karbon (C) mengikat empat atom karbon (C) lainnya dengan ikatan kovalen membentuk struktur tetrahedral.
16. Sifat fisika merupakan sifat yang dapat diamati dengan tanpa mengubah ciri-ciri dan komposisi suatu zat dan tidak berhubungan dengan pembentukan zat baru, misalnya kerapatan, kekerasan, elastisitas, daya hantar, viskositas, kemagnetan, titik didih, titik beku, dan titik leleh.
17. Sifat kimia adalah sifat yang tampak pada suatu zat ketika zat tersebut mengalami perubahan atau reaksi menjadi zat lain, misalnya kestabilan, korosifitas, dan kereaktifan.

Bagan Konsep

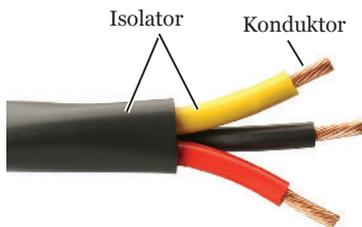
Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

- Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup
  - terdiri atas → Molekul
    - Jika bermuatan membentuk → Ion
    - tersusun atas → Atom
      - menentukan → Sifat Zat
        - dapat dikelompokkan menjadi → Sifat Fisika
          - misalnya → Kerapatan, Kekerasan, Elastisitas, Daya hantar, Viskositas, Kemagnetan, Titik didih, Titik beku, Titik leleh
        - dapat dikelompokkan menjadi → Sifat Kimia
          - misalnya → Kestabilan, Korosifitas, Kereaktifan
      - dijelaskan melalui → Perkembangan Teori Atom
        - Teori atom J. Dalton
        - Teori atom J.J. Thomson
        - Teori atom E. Rutherford
        - Teori atom N. Bohr
        - Teori atom Modern
      - memiliki → Nomor Atom
      - memiliki → Nomor Massa
      - tersusun atas → Partikel Subatom
        - terdiri atas → Proton, Neutron, Elektron
          - Elektron berperan dalam pembentukan → Ikatan Kimia
            - misalnya → Ikatan Ion, Ikatan Kovalen
  - diidentifikasi melalui → Uji nyala

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bagian terkecil dari suatu materi yang masih memiliki sifat materi tersebut disebut ....
   A. atom
   B. unsur
   C. partikel
   D. molekul
2. Dua atom atau lebih yang bergabung (melalui ikatan kimia), baik antara atom-atom yang sama maupun atom-atom yang berbeda disebut ....
   A. atom
   B. molekul
   C. larutan
   D. campuran
3. Berikut ini yang bukan merupakan partikel penyusun atom adalah ....
   A. proton
   B. neutron
   C. elektron
   D. kulit atom
4. Kalsium mempunyai nomor atom 20 dan nomor massa 40. Jumlah proton yang terdapat dalam atom kalsium adalah ....
   A. 10
   B. 20
   C. 30
   D. 40
5. Atom atau sekelompok atom yang bermuatan listrik disebut ....
   A. ion
   B. unsur
   C. molekul
   D. senyawa

6. Berikut ini yang bukan merupakan penyebab perbedaan sifat suatu zat dengan zat lain adalah ....
   A. perbedaan jumlah neutron suatu zat
   A. perbedaan ikatan atom penyusun suatu zat
   B. perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun suatu zat
   C. perbedaan struktur (susunan) atom penyusun suatu zat
7. Berikut ini yang bukan merupakan sifat fisika suatu zat adalah ....
   A. kerapatan
   B kekerasan
   C. elastisitas
   D. kestabilan
8. Berdasarkan elastisitasnya, bahan berikut yang cocok digunakan sebagai bahan pembuatan skok (*shock absorber*) kendaraan bermotor adalah ....
   A. besi
   B baja
   C. karet
   D. aluminium
9. Zat yang digunakan untuk menurunkan titik beku dan digunakan sebagai pendingin mesin kendaraan bermotor adalah ....
   A. glukosa
   B. glikogen
   C. etilen glikol
   D *anti freeze protein*
10. Bahan berikut yang paling sesuai digunakan sebagai bahan pembuatan peralatan memasak adalah ....
   A. besi
   B timah
   C. tembaga
   D. aluminium

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Atom tersusun atas partikel subatom yaitu proton, neutron, dan elektron. Jelaskan peranan elektron dalam kehidupan sehari-hari!
2. Iodin (I) merupakan salah satu zat penyusun tubuh manusia. Jelaskan apa fungsi zat tersebut bagi tubuh dan dampak yang terjadi jika tubuh kekurangan iodin!
3. Mengapa bahan yang terbuat dari stirofoam tidak baik digunakan sebagai pembungkus makanan? Jelaskan!
4. Perhatikan kabel listrik berikut.

   Sebutkan beberapa bahan yang sesuai digunakan untuk membuat kabel listrik tersebut. Jelaskan sifat fisika dan kimia yang mendukung pemilihan bahan tersebut!
5. Intan dan grafit merupakan zat yang sama-sama tersusun atas atom karbon. Jelaskan apa perbedaan antara intan dan grafit beserta penyebabnya!

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Melakukan Penyelidikan tentang Sifat Fisika dan Kimia Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari

- **Permasalahan**

Suatu bahan, digunakan untuk membuat alat-alat atau benda tertentu dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat fisika dan sifat kimia tertentu. Agar kita dapat menghasilkan alat yang berkualitas, kita perlu memahami sifat fisika dan sifat kimia suatu bahan.

- **Perencanaan**

1. Buatlah kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa.
2. Identifikasi sifat-sifat fisika dan sifat-sifat kimia suatu bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

- **Pelaksanaan**

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Kertas lembar pengamatan
3. Kamera (apabila ada)

- **Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Amatilah alat-alat atau benda-benda yang terdapat di lingkungan sekitar rumahmu.
2. Identifikasilah jenis bahan yang digunakan! Tulislah hasil temuanmu pada tabel pengamatan.

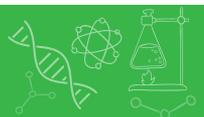
Tabel 8.11 Hasil Penyelidikan Berbagai Jenis Bahan, Sifat Fisika, Sifat Kimia dan Pemanfaatannya

No	Jenis Bahan	Sifat Fisika	Sifat Kimia	Pemanfaatan
1				(dapat dilengkapi dengan foto)
2				

3. Analisislah sifat fisika dan sifat kimia dari bahan yang kamu temui! Kamu dapat melengkapi sifat fisika dan sifat kimia suatu bahan dari berbagai sumber.
4. Jika kamu memiliki kamera, lengkapi tabel pengamatanmu dengan foto dari alat dan benda yang kamu temukan.

- **Penilaian**

  Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa laporan dari hasil penyelidikan.
2. Presentasi hasil penyelidikanmu di depan kelas.

9 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Pernahkah kamu melihat petani yang sedang mencangkul atau membajak sawah? Menurutmu, apa sebenarnya tujuan petani mencangkul atau membajak sawah? Apa yang terjadi jika petani tidak melakukan pembajakan tetapi langsung menanami sawah tersebut dengan benih padi? Apakah kegiatan membajak merupakan salah satu cara untuk menyuburkan tanah? Tanaman padi dapat tumbuh subur jika tanah memiliki kandungan nutrisi yang cukup. Sebenarnya, siapakah yang berperan dalam menyediakan nutrisi di tanah bagi tumbuhan? Agar kamu mengetahuinya, ayo pelajari materi ini dengan penuh semangat!

Maha besar Tuhan yang telah menciptakan dunia dan seisinya. Dunia terdiri atas kurang lebih 30% daratan dan 70% lautan. Sekalipun luas daratan lebih sempit dibandingkan dengan luas lautan tetapi daratan memiliki peran yang luar biasa bagi kehidupan di bumi. Daratan terdiri atas lapisan-lapisan dan setiap lapisannya tersusun atas komponen yang berbeda. Lapisan paling luar yang dekat dengan kita adalah tanah.

Tanah merupakan komponen yang penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Tumbuhan memperoleh air dan nutrisi dari tanah, kemudian diolahnya sehingga dapat dimanfaatkan oleh organisme lain termasuk manusia. Begitu penting peran tanah bagi kehidupan. Coba kita bayangkan, jika tidak ada daratan, di manakah makhluk hidup akan tinggal? Siapakah yang akan menguraikan sampah yang ada di bumi jika tidak ada organisme tanah? Selanjutnya, apa saja lapisan tanah yang ada di bumi kita ini? Apa saja komponen-komponen tanah? Ayo, kita pelajari materi ini dengan saksama!

A. Peran Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan

Ayo, Kita Pelajari

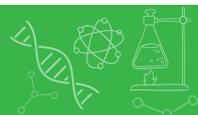
- Peran tanah
- Peran organisme tanah

Istilah Penting

- Dekomposer
- Dekomposisi
- Mikroorganisme
- Humus

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami upaya menjaga kelestarian tanah, agar tanah di sekitarmu tetap subur

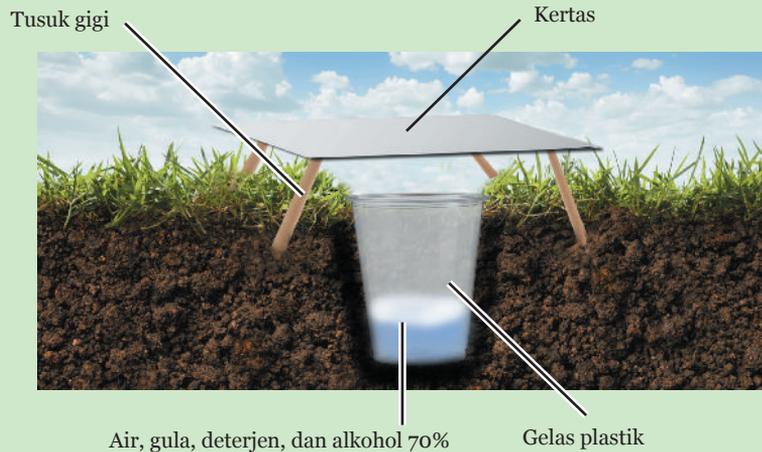
Coba kamu perhatikan halaman rumah atau halaman sekolahmu! Apabila kamu perhatikan dengan lebih teliti, kamu akan dapat menemukan berbagai jenis tanaman yang tumbuh di atas tanah, misalnya rumput, berbagai macam bunga, atau tanaman liar lainnya. Selain tumbuhan, kamu juga akan menemukan berbagai macam organisme. Begitu banyak organisme unik yang akan kita temukan. Untuk itu, ayo lakukan aktivitas berikut ini!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.1 Peran Tanah bagi Kehidupan

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis dan buku tulis
2. 1 buah alat penggali tanah/cetok
3. 1 buah lup/kaca pembesar
4. 1 lembar kertas putih/HVS
5. 5 meter tali rafia
6. 1 buah gelas air mineral 240 mL
7. 100 mL air
8. 1 sendok teh deterjen/sabun cair
9. 4 sendok teh gula pasir
10. 1 sendok makan alkohol 70%
11. 4 buah tusuk gigi
12. 1 buah spidol/pensil

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang.
2. Pergilah ke halaman sekolah atau ke tempat yang ditentukan gurumu.
1. Buatlah petak berukuran 1 m × 1 m menggunakan tali rafia.
3. Amatilah tumbuhan atau hewan apa saja yang ada dalam petakmu! Tulislah hasil pengamatanmu pada tabel hasil pengamatan.
4. Masukkan air, gula, deterjen, dan alkohol 70% ke dalam gelas kosong.
5. Galilah tanah di tempat tersebut dengan menggunakan alat penggali tanah/cetok sesuai dengan ukuran gelas.
6. Masukkan gelas yang telah berisi campuran tersebut ke dalam lubang tadi. Usahakan permukaan tanah sejajar dengan mulut gelas seperti pada Gambar 9.1.
7. Lindungi/payungi gelas yang telah ditanam tersebut dengan kertas HVS yang telah diberi kaki berupa tusuk gigi.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 9.1 Posisi Gelas dalam Tanah

8. Amatilah organisme apa saja yang kamu temukan hidup di permukaan tanah.
9. Biarkan gelas tersebut selama 24 jam. Ambilah gelasmu pada keesokan harinya.
10. Amatilah organisme yang telah terperangkap dalam gelas dengan bantuan lup!
11. Tulislah hasil pengamatanmu pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 Data Hasil Pengamatan Organisme Tanah

No	Makhluk Hidup yang Ditemukan di Permukaan Tanah	Makhluk Hidup yang Ditemukan Terperangkap di Dalam Gelas
1		
2		
3		
4		
5		

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apa sajakah hewan yang kamu temukan?
2. Apa sajakah tumbuhan yang kamu temukan?
3. Berdasarkan aktivitas pengamatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan tentang peran tanah bagi kehidupan?

Setelah kamu mengamati organisme yang ada di dalam tanah, apakah kamu menemukan makhluk hidup seperti cacing, semut, serangga kecil, lipan, dan lainnya? Jika kamu menemukan hewan-hewan tersebut pada tanah di sekitarmu, berarti tanah tersebut tergolong subur. Berdasarkan Aktivitas 9.1 kita menjadi tahu bahwa tanah merupakan tempat hidup berbagai hewan tanah.

Apakah kamu juga menemukan tumbuhan atau hewan yang hidup di atas tanah? Jika kamu menemukan tumbuh-tumbuhan di atas tanah, coba perhatikan tumbuhan tersebut! Pernahkah kamu berpikir mengapa tumbuhan tersebut dapat tumbuh dengan subur? Tumbuhan dapat tumbuh dengan subur karena tumbuhan menyerap nutrisi yang terkandung di dalam tanah. Begitu pentingnya tanah bagi kehidupan. Oleh karena itu, mari kita pelajari peran tanah bersama-sama!

1. Peran Tanah bagi Kehidupan

Tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, termasuk tempat hidup bagi tumbuhan. Tumbuhan, misalnya pohon jeruk, tidak mampu berpindah-pindah untuk mencari kebutuhan hidupnya (Gambar 9.2). Oleh karena itu, tanah harus mampu menyediakan segala keperluan hidup bagi pohon jeruk tersebut sehingga dapat terus tumbuh dan menghasilkan buah yang dapat kita nikmati.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.2 Pohon Jeruk

Tumbuhan sangat memerlukan unsur hara atau nutrisi berupa mineral dan air yang terkandung dalam tanah. Beberapa jenis tumbuhan dari kelompok polong-polongan atau kacang-kacangan, membutuhkan bakteri yang ada di tanah untuk membantu akar melakukan penyerapan dan pengolahan zat hara. Menurutmu, apakah tanah hanya berguna bagi tumbuhan saja? Apakah peran tanah bagi makhluk hidup lain? Mari simak pelajaran berikut ini agar kamu semakin tahu tentang peran tanah bagi kehidupan!

Bagaimanakah nutrisi tanaman dapat tersedia di dalam tanah?

a. Tempat Hidup Hewan dan Bakteri

Berdasarkan Aktivitas 9.1 kamu dapat mengetahui bahwa ternyata di dalam tanah terdapat banyak sekali hewan. Masih ingatkah kamu, hewan-hewan apa saja yang dapat kamu temukan pada saat pengamatan tersebut? Tanah berfungsi sebagai tempat hidup bagi berbagai macam hewan. Selain hewan, dalam tanah juga terdapat bakteri, meskipun tidak dapat kamu lihat pada saat pengamatan. Bermiliar-miliar hewan dan bakteri hidup di atas tanah dan di dalam tanah.

b. Penunjang Kesehatan dan Penyedia Keperluan Manusia

Pernahkah kamu bermain sepak bola atau menyaksikan pertandingan sepak bola? Di manakah biasanya kamu bermain sepak bola? Di manakah biasanya pertandingan sepak bola berlangsung?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.3 Anak-Anak Bermain Sepak Bola di Lapangan

Pertandingan sepak bola biasanya dilaksanakan di lapangan sepak bola, yang berupa lapangan rumput. Berbagai aktivitas manusia seperti sepak bola, bermain kelereng, dan berjalan-jalan dilakukan di atas tanah. Rumah manusia juga dibangun di atas tanah. Manusia juga menggunakan berbagai jenis tanah sebagai bahan bangunan. Berbagai macam barang kerajinan dan perabotan rumah tangga juga banyak yang dibuat dari tanah.

Tumbuhan yang merupakan sumber pangan utama bagi hampir semua makhluk hidup, tumbuh di tanah. Selain mengandung nutrisi yang penting bagi tumbuhan, tanah juga menyimpan berbagai macam logam, batu bara, dan minyak bumi yang dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kehidupannya. Emas, perak, timah, dan logam lain tersebar luas di dalam tanah. Sejumlah wilayah di Indonesia tanahnya mengandung logam-logam tersebut.

Sumber: gettyimages.com.au
Gambar 9.4 Penambangan Emas

c. Penyedia dan Penyaring Air

Tahukah kamu di manakah sumber air berada? Sumber air utama berada di dalam tanah, selain itu sumber air juga terdapat di atas permukaan tanah misalnya danau, sungai, dan laut. Agar dapat memperoleh air tanah, kita biasanya membuat sumur dengan menggali tanah sampai beberapa meter untuk memperoleh air tanah. Tentunya kamu sudah tidak asing lagi dengan sumur bukan? Air tanah banyak dimanfaatkan oleh hewan, tumbuhan, dan manusia. Air bersih yang berasal dari tanah biasanya dimanfaatkan untuk minum, mandi, mencuci, dan memasak oleh masyarakat.

Kegiatan rumah tangga dan industri banyak menghasilkan limbah berupa air. Air kotor sisa buangan rumah tangga atau industri, ada yang diolah dan ada juga yang langsung dibuang ke tanah melalui aliran sungai. Beberapa bahan penyebab polusi (polutan) yang masuk ke tanah melalui air, atau secara langsung masuk ke tanah, dapat dinetralkan oleh tanah dan menjadi bahan yang tidak membahayakan lingkungan. Oleh karena, di dalam tanah terdapat bakteri atau mikroorganisme yang berfungsi menguraikan senyawa kompleks atau senyawa yang berbahaya, menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak merusak lingkungan.

2. Peran Organisme Tanah

Di tanah terdapat miliaran bahkan triliunan organisme.Ingatkah kamu pada kegiatan sebelumnya (Aktivitas 9.1) saat kamu menggali tanah untuk mengidentifikasi apa saja makhluk hidup di dalamnya? Apakah kamu sudah menemukan berbagai macam makhluk hidup seperti semut dan cacing? Nah, selain makhluk hidup yang tampak mata, di dalam tanah juga terdapat miliaran organisme yang tinggal di dalamnya. Sayangnya, dari sekian banyak organisme tanah hanya sedikit yang sudah mampu dikenali oleh para ahli.

Organisme tanah pada umumnya berada di lapisan tanah bagian atas, kurang lebih 10 cm di bawah permukaan tanah. Sekitar 80-100% aktivitas biologis yang terjadi di tanah, dilakukan oleh jamur dan bakteri. Hasil aktivitas biologis yang dilakukan oleh hewan, jamur, dan mikroorganisme inilah yang dapat memengaruhi kesuburan, tekstur, dan kegemburan tanah. Berikut ini uraian lebih lanjut tentang beberapa peran organisme tanah.

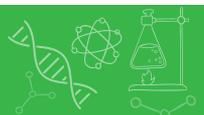
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.5 Cacing Tanah

a. Dekomposer

Organisme tanah dapat melakukan dekomposisi atau menguraikan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa makhluk hidup. Daun-daun yang telah jatuh ke tanah, ranting-ranting, dan jasad hewan yang telah mati, akan diurai menjadi materi anorganik. Selain menguraikan materi organik, organisme tanah juga dapat membantu pelapukan batuan menjadi bahan-bahan anorganik atau yang biasa kita sebut mineral tanah. Materi anorganik dan mineral yang ada di tanah inilah yang disebut dengan zat hara atau nutrisi bagi tumbuhan. Keberadaan organisme tanah sebagai dekomposer dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk kompos, yaitu pupuk dari bahan organik.

b. Pereaksi Kimia dalam Tanah

Bakteri yang terdapat di tanah terlibat dalam reaksi penguraian materi organik. Misalnya bakteri *Nitrobacter* yang terlibat dalam

reaksi penguraian materi organik kompleks yang berasal dari sisa makhluk hidup menjadi senyawa nitrat, senyawa yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Selain bakteri juga terdapat mikoriza, yaitu jamur yang bersimbiosis dengan tumbuhan untuk meningkatkan kemampuan tumbuhan menyerap unsur hara berupa fosfor.

c. Pengurai Polutan dalam Tanah

Organisme tanah dapat berperan sebagai agen biologis yang mampu membersihkan polutan dalam tanah. Organisme tanah menguraikan bahan kimia yang masuk ke tanah misalnya herbisida. Penguraian herbisida dapat dilakukan dengan lebih cepat jika aktivitas organisme tanah semakin tinggi. Unsur racun dan polutan seperti arsenik, kromium, dan merkuri dapat "terkunci" di tanah karena terakumulasi di dalam tubuh bakteri. Polutan-polutan tersebut tidak menyebabkan polusi bertambah parah.

d. Pencegah Penyakit Tanah

Pada kondisi normal, ketika tanah memiliki jumlah senyawa organik dan aktivitas organisme yang tinggi, maka organisme tanah dapat melawan organisme penyakit yang masuk ke tanah. Kondisi tanah yang normal dapat tercipta ketika aktivitas pertanian dan perkebunan tidak berlebihan dan tidak banyak menggunakan bahan kimia untuk pupuk dan pestisida. Secara alami, organisme yang ada di tanah memanfaatkan prinsip pengendalian biologis, yaitu mangsa dan pemangsa sehingga organisme yang mengganggu tanah dapat terkendali.

e. Pemberi Pengaruh pada Tekstur Tanah

Coba perhatikan tanah di sekitarmu! Tanyakan pada orangtuamu apa saja jenis tanah yang ada di sekitarmu? Tanah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan teksturnya. Jenis tanah dapat ditentukan berdasarkan jumlah butiran penyusun yang paling banyak terdapat pada tanah tersebut. Aktivitas biologis organisme tanah berpengaruh dalam membentuk butiran-butiran penyusun tanah sehingga menentukan tekstur tanah.

Butiran yang terdapat di dalam tanah adalah pasir, tanah liat, dan debu. Tekstur tanah secara sederhana dapat ditentukan berdasarkan "Uji Tekstur". Agar lebih memahaminya, ayo lakukan aktivitas berikut ini dengan saksama!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.2 Menentukan Tekstur Tanah

Apa yang kamu perlukan?

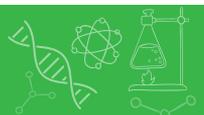
1. Tanah yang diambil dari berbagai tempat
2. 1 buah mangkuk
3. 1 liter air
4. 1 lembar plastik/kertas
5. 1 buah penggaris

Apa yang harus kamu lakukan?

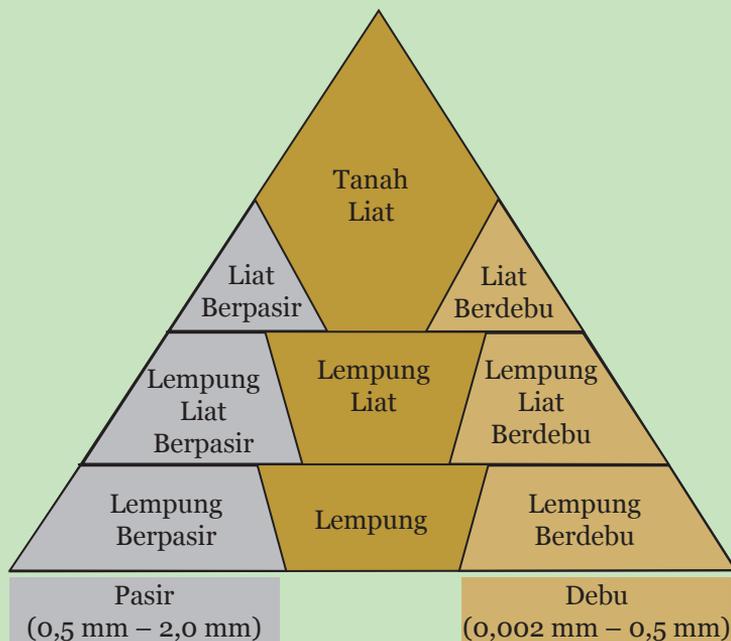
1. Buatlah kelompok terdiri atas 4-5 orang.
2. Carilah tanah dari beberapa tempat yang berbeda.
6. Ambil tanah kemudian letakkan dalam mangkuk, kemudian bentuk menjadi bola. Tambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam tanah hingga tanah menjadi lembap. Lihat Gambar 9.6!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.6 Pembentukan Tanah Menjadi Bola

7. Setelah tanah dalam mangkuk mulai lembap, cobalah membuat pilinan tanah yang panjang dan pipih seperti pita. Gunakan ibu jari dan telunjuk untuk menekan sehingga dapat membentuknya menjadi pipih. Jangan lupa gunakan plastik atau kertas sebagai alas. Perhatikan Gambar 9.7!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.7 (a) Pembentukan Tanah Menjadi Pilinan, (b) Pilinan Tanah

3. Cocokkan hasil pilinan tanahmu dengan kriteria berikut.
   - Jika tanah dapat dibuat menjadi pita yang panjang dan tipis, maka disebut tanah liat (panjang pita lebih dari 5 cm).
   - Jika tanah dapat dibentuk menjadi pita panjang tetapi dapat patah dengan mudah, maka disebut tanah lempung liat (panjang pita sekitar 2,5 cm-5 cm).
   - Jika tanah sulit dibentuk menjadi pita panjang, maka disebut tanah lempung (panjang pita maksimal 2,5 cm).
   - Jika tanah tidak dapat dibuat pita (0 cm) maka disebut tanah pasir.
4. Berilah tanda cek (✓) pada segitiga klasifikasi tanah berikut sesuai dengan jenis tanahmu!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.8 Klasifikasi Tekstur Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran Penyusun

5. Selanjutnya, coba pegang dan rasakan tekstur tanahmu, kemudian cocokkan hasil pilinan tanahmu dengan kriteria yang lebih detail berikut.
    - Jika tanah terasa halus, tambahkan kata berdebu pada nama tanahmu.
    - Jika tanah terasa sedikit berpasir, jangan tambahkan kata berdebu atau kata berpasir pada nama tanahmu.
    - Jika tanah terasa sangat berpasir, tambahkan kata berpasir pada nama tanahmu.
6. Agar kamu lebih mudah membandingkan tekstur tanah, cobalah terlebih dahulu merasakan tanah pasir dan tanah liat yang belum diberi air.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Jenis tanah apa sajakah yang kamu temukan?
2. Coba sebutkan karakteristik jenis-jenis tanah yang kamu temukan!
3. Coba jelaskan karakteristik yang dapat membedakan jenis tanah pasir, tanah lempung, dan tanah liat!

Kamu telah melakukan Aktivitas 9.2 yaitu mengindentifikasi tekstur tanah. Menyenangkan bukan? Sekarang kamu telah mengetahui cara sederhana menentukan jenis tanah. Jenis tanah dikelompokkan berdasarkan ukuran butiran penyusunnya. Tekstur tanah merupakan besar kecilnya ukuran butiran yang menyusun tanah. Tekstur tanah juga diartikan sebagai perbandingan antara banyaknya tanah liat, tanah lempung, dan pasir yang terkandung dalam tanah.

Tanah memiliki ukuran butiran yang berbeda-beda. Oleh karena itu, kita menggolongkan tanah menjadi beberapa jenis tanah seperti tanah lempung, tanah liat, dan pasir, ataupun tanah campuran dari ketiganya.

Jenis tanah dapat diberi nama berdasarkan ukuran butiran utama atau kombinasi dari ukuran butiran yang paling melimpah. Sebagai contoh, kita dapat menyebut "tanah liat berpasir" ketika tanah tersebut dapat dibuat menjadi pita yang tipis dan panjang, serta terasa berpasir.

Pembentukan tekstur tanah ini tentunya tidak lepas dari bantuan beberapa makhluk hidup seperti cacing atau akar tumbuhan yang mampu mempercepat pemecahan butiran-butiran tersebut dari

batuan. Akar tumbuhan mampu menembus batuan karena akar mampu mengeluarkan zat asam sehingga secara kimiawi dapat membantu pelapukan batuan.

Kamu sudah tahu bahwa tanah dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan teksturnya. Tekstur tanah tersebut juga akan memengaruhi sifat-sifat tanahnya. Untuk mengetahui sifat-sifat setiap jenis tanah, lakukanlah aktivitas berikut ini dengan penuh semangat!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.3 Mengetahui Sifat Tanah

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah lempung dan pasir
2. 1 liter air
3. 2 buah botol plastik bekas ukuran sedang
4. 1 buah gunting atau *cutter*
5. 1 buah gelas ukur
6. 1 buah paku/peniti

(a)

(b)

(c)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.9 Alat dan Bahan yang Dibutuhkan: (a) Pasir, (b) Lempung, (c) Botol Plastik Bekas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Potonglah botol plastik menggunakan *cutter* menjadi dua bagian seperti Gambar 9.10!

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 9.10 Memotong Botol Plastik

Berhati-hatilah ketika memotong botol plastik dengan *cutter*

2. Lubangi ujung botol menggunakan paku/peniti. Perhatikan bahwa jumlah dan besarnya lubang harus sama pada setiap botol.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 9.11 Melubangi Botol Plastik pada Bagian Atas

3. Susunlah bagian bawah dan bagian atas botol seperti pada Gambar 9.12.
4. Masukkan ketiga jenis tanah pada bagian atas masing-masing botol dengan volume yang sama.
5. Berilah air sebanyak 100 mL pada tiap-tiap botol, kemudian amatilah air yang tertampung selama 15 menit.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.12 Memberikan Air pada Masing-Masing Botol

7. Setelah 15 menit ukurlah volume air yang tertampung dalam botol bagian bawah menggunakan gelas ukur, lalu tulis hasil pengamatanmu pada Tabel 9.2!

Tabel 9.2 Hasil Pengamatan Daya Resap Tanah

Jenis Tanah	Volume Air Awal	Volume Air yang Tertampung

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Jenis tanah manakah yang paling sedikit meneruskan air? Mengapa demikian?
2. Jenis tanah manakah yang paling banyak meneruskan air? Mengapa demikian?
3. Berdasarkan percobaanmu tuliskan sifat-sifat setiap jenis tanah tersebut!

Setelah kamu melakukan percobaan untuk mengidentifikasi daya serap tanah, tentu sekarang kamu sudah semakin tahu bahwa sifat-sifat tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah. Tanah pasir memiliki tekstur yang berbutir kasar yaitu antara 0,1-2 mm, tidak mampu membentuk struktur yang kompak, dan memiliki pori-pori besar yang saling terhubung. Sifat tanah pasir yang demikian menyebabkan tanah pasir kurang baik dalam menyimpan air atau menahan air. Berbeda dengan

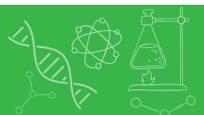
tanah liat, tanah liat tersusun atas butiran-butiran yang sangat kecil yaitu <0,002 mm, memiliki struktur yang kompak, dan memiliki pori-pori kecil yang tidak saling terhubung. Sifat tanah liat yang demikian menyebabkan tanah liat lebih baik menyimpan atau menahan air. Hal tersebut dapat dilihat dari pergerakan atau aliran air yang lambat ketika tanah liat diberi air.

Sifat tanah akan memengaruhi kemampuannya dalam menyediakan nutrisi dan air yang sangat dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan. Tanah yang subur memiliki perpaduan tanah lempung, tanah liat, dan pasir yang hampir sama. Sifat dari perpaduan ketiga jenis tanah tersebut akan sangat menguntungkan tumbuhan. Oleh karena adanya tanah liat yang sulit ditembus air, maka kandungan air dalam tanah dapat terjaga. Adanya pasir juga menguntungkan karena akan membentuk pori-pori yang cukup besar sehingga memudahkan sel-sel akar untuk mendapatkan oksigen.

Ayo, Kita Pikirkan!

Menurut pendapatmu, apakah kemampuan tanah dalam menyimpan air juga menunjukkan kemampuannya dalam menyimpan nutrisi dalam tanah?

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu, apa perbedaan tanah liat dan lempung? Tanah liat merupakan tanah yang lentur dan sulit ditembus oleh air, berwarna lebih terang dibandingkan lempung. Tanah liat merupakan tanah yang tidak banyak mengandung campuran pasir dan batuan kecil. Oleh karena itu, tanah liat sering dimanfaatkan sebagai bahan utama produk gerabah dan keramik. Tanah lempung adalah tanah yang terdiri atas campuran pasir, tanah liat, dan debu dengan jumlah yang hampir sama.

f. Pengatur Kegemburan dan Struktur Tanah

Organisme tanah membantu terbentuknya struktur tanah. Struktur tanah merupakan susunan butiran-butiran tanah yang terikat satu sama lain menjadi suatu gumpalan. Butiran-butiran tanah direkatkan oleh suatu perekat seperti bahan organik yang dihasilkan oleh organisme tanah. Lendir yang dihasilkan oleh organisme tanah akan bercampur dengan tanah dan membuat butiran tanah terkumpul membentuk gumpalan-gumpalan tanah. Gumpalan tanah yang baik akan menunjang kehidupan organisme tanah dan juga menunjang pertumbuhan populasi organisme tanah. Keberadaan jamur di tanah juga mampu membantu pembentukan gumpalan tanah.

Struktur tanah dan kegemburan tanah memiliki keterkaitan. Organisme tanah juga mampu membuat pori-pori tanah sehingga dapat menggemburkan tanah dan memungkinkan udara masuk ke dalam tanah (aerasi tanah). Pori-pori tanah dapat terbentuk karena adanya pergerakan organisme tanah seperti cacing tanah, lipan, dan kaki seribu. Pori-pori tanah berguna untuk meningkatkan penyerapan air oleh tanah. Tanah yang memiliki aerasi dan jumlah air yang cukup, sangat baik untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah

Ayo, Kita Pelajari

- Proses pembentukan tanah
- Peran organisme tanah

Istilah Penting

- Erosi
- Horizon tanah
- Humus

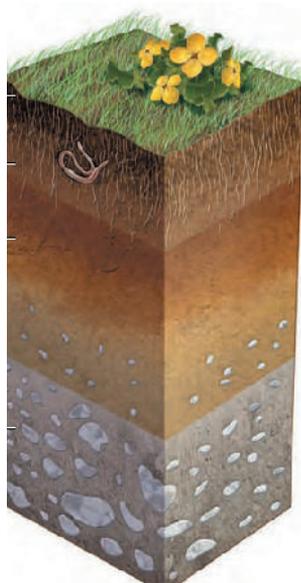
Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami proses terbentuknya tanah yang ada di sekitar kita dan komponen-komponen penyusunnya

1. Proses Pembentukan Tanah

Tanah sangat penting bagi kehidupan dan organisme tanah yang ada di dalamnya. Pernahkah kamu berpikir dari manakah asal tanah? Atau, bagaimana proses pembentukan tanah? Tanah merupakan campuran

dari batuan yang telah lapuk, penguraian bahan organik, mineral, air, dan udara. Tanah terbentuk karena adanya pelapukan fisikawi, kimiawi, dan pelapukan biologis. Faktor fisik yang memengaruhi pelapukan adalah iklim, adanya sinar matahari, dan curah hujan. Faktor-faktor tersebut memengaruhi suhu bumi sehingga membantu mempercepat pelapukan batuan. Selain itu, pelapukan secara biologis terjadi oleh adanya aktivitas mikroorganisme tanah. Jenis vegetasi tumbuhan juga memengaruhi proses pembentukan tanah. Faktor lain yang memengaruhi pembentukan tanah adalah tipe batuan, topografi atau relief tanah suatu daerah, dan waktu. Tahukah kamu, untuk membentuk tanah setebal beberapa sentimeter saja dibutuhkan ribuan tahun?

Pernahkah kamu melihat orang yang sedang menggali tanah? Ketika tanah digali sampai dalam, biasanya akan tampak lapisan-lapisan tanah (horizon tanah) yang memiliki gradasi warna yang berbeda seperti Gambar 9.13.

Horizon A merupakan lapisan teratas, terdiri atas campuran dari pelapukan batuan dengan berbagai tekstur, organisme hidup, dan zat organik.

Horizon B merupakan lapisan yang memiliki kandungan zat organik lebih sedikit dibandingkan dengan lapisan di atasnya.

Horizon C merupakan lapisan yang tersusun atas batuan, yang berperan sebagai penyedia material untuk tanah bagian paling atas.

Horizon D merupakan lapisan tanah yang tersusun atas bebatuan yang padat, keras, dan sulit mengalami perubahan.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.13 Lapisan-Lapisan Tanah

Pada bagian paling atas, tumbuhan memperoleh nutrisi berupa air dan mineral-mineral dari dalam tanah. Tanah bagian atas yang kaya nutrisi ini juga rentan kehilangan kandungan mineral dan nutrisi karena beberapa kejadian alam seperti hujan dan banjir, terutama bila tidak ada tumbuhan yang hidup di atasnya. Untuk lebih memahami

dampak yang terjadi pada tanah karena tidak adanya tumbuhan lakukanlah Aktivitas 9.4!

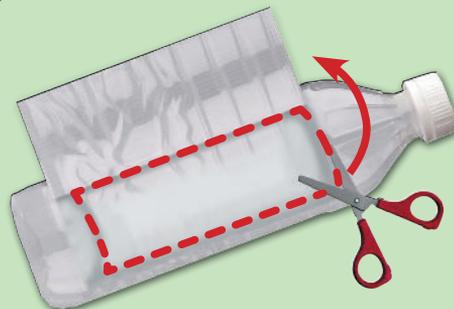
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.4 Peran Tumbuhan dalam Mencegah Erosi

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah berumput
2. 4 buah botol plastik bekas
3. 1 buah gunting atau *cutter*
4. 1 buah gelas ukur
5. 1 buah cetok (sekop kecil)
6. 4 buah karet
7. 1 buah papan (meja)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sediakan dua botol plastik bekas.
2. Potonglah tiap-tiap botol seperti pola pada Gambar 9.14. Lakukan dengan hati-hati!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.14 Pola Pemotongan Botol untuk Menanam

3. Isilah kedua botol yang telah kamu potong pada tahap 2 dengan tanah.
4. Isilah salah satu botol dengan tanah yang terdapat rumput atau tanaman lain, kemudian isilah botol yang lain dengan tanah saja sehingga kamu akan memperoleh hasil seperti Gambar 9.15.

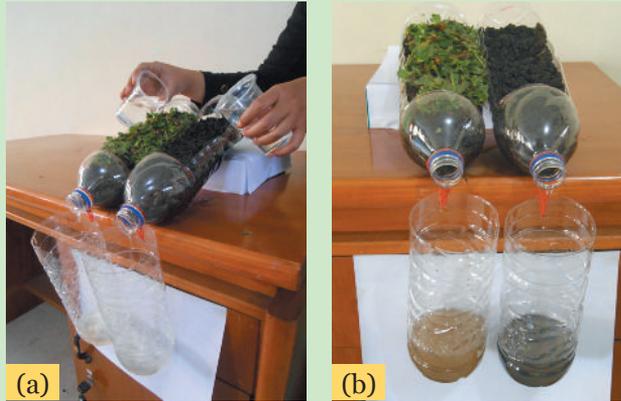
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.15 Botol Tempat Menanam; (a) Tanah yang Terdapat Tumbuhan (b) Tanah yang Tidak Terdapat Tumbuhan

5. Potonglah 2 botol yang lain pada bagian ujungnya. Gunakan botol tersebut sebagai penampung.
6. Pasanglah penampung pada ujung tiap-tiap botol yang telah berisi tanah dengan menggunakan karet, seperti Gambar 9.16!
7. Letakkan botol pada sebuah papan. Atur papan dengan kemiring-an tertentu. Upayakan agar botol- botol tidak terjatuh.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.16 Posisi Miring Botol

8. Siramlah kedua botol dengan setengah gelas air (100 mL air) secara bersama. Usahakan agar alirannya deras, bukan secara perlahan-lahan.
9. Air yang keluar dari kedua mulut botol akan tertampung dalam botol di bawahnya.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.17 (a) Menyiram Kedua Botol dengan Air dengan Volume yang Sama, (b) Air yang Tertampung pada Botol Penampung

10. Ukurlah volume air yang tertampung dalam botol di bawahnya. Tuliskan hasil pengamatanmu pada Tabel 9.3!

Tabel 9.3 Hasil Pengamatan Volume dan Kondisi Air

Keterangan	Volume air yang Tertampung	Kondisi Air
Botol 1 (terdapat tumbuhan)		
Botol 2 (tidak terdapat tumbuhan)		

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimanakah kondisi kejernihan air tampungan dari botol yang terdapat tumbuhan dan botol yang berisi tanah saja? Jelaskan mengapa demikian?
2. Di antara kedua kondisi tanah dalam botol tersebut, manakah tanah yang dapat menyerap atau menahan air lebih banyak? Jelaskan mengapa demikian?
3. Berdasarkan aktivitas yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Ayo, Kita Pahami

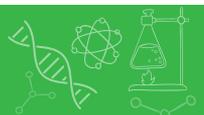
Erosi tanah yaitu berpindahnya sebagian lapisan tanah karena angin, air, atau es. Erosi sebenarnya merupakan proses alami, tetapi dapat diperparah oleh aktivitas manusia dalam tata guna lahan yang buruk. Erosi tanah yang terjadi di Indonesia biasanya akibat derasnya arus air yang melewati suatu kawasan bertanah. Erosi tanah mengikis lapisan tanah teratas yang subur dan banyak dihuni oleh organisme tanah. Setelah erosi, yang tersisa adalah tanah yang kurang subur dan kualitas tanah menjadi kurang baik.

Agar tanah terhindar dari bahaya erosi, upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengadakan reboisasi atau penanaman kembali di tanah yang gundul dan tanah yang banyak dilewati arus air. Selain itu, dengan menerapkan terasering, yang dapat menjaga hilangnya tanah akibat aliran air pada lahan-lahan yang miring.

Ayo, Kita Diskusikan

Organisme tanah merupakan faktor penting yang harus ada di dalam tanah. Coba diskusikan dengan teman sebangkumu, adakah tanah di permukaan bumi yang tidak mengandung organisme tanah? Apakah organisme tanah dapat musnah dan punah? Bagaimana cara menjaga agar organisme tanah tetap lestari?

Ayo, Kita Cari Tahu

Setelah mengetahui betapa pentingnya peranan tanah bagi kelangsungan hidup organisme, coba cari tahu aktivitas apa yang dapat kita lakukan untuk menjaga tanah agar tetap lestari dan dapat menjalankan peranannya dengan baik? Kamu juga dapat bertanya pada orang tuamu.

2. Komponen Tanah

Masih ingatkah kamu dengan Aktivitas 9.1 saat kamu mengidentifikasi organisme yang hidup di permukaan tanah dan di dalam tanah? Tanah memang merupakan bagian permukaan bumi tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta tempat hidupnya berbagai jenis hewan dan miliaran mikroorganisme. Tahukah kamu bahwa tanah itu tidak hanya terdiri atas satu komponen saja? Agar kamu mengetahui komponen-komponen tanah, lakukan aktivitas berikut ini!

Sumber: gettyimages.com.au

Gambar 9.18 Penampang Tanah yang Digali

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.5 Mengidentifikasi Komponen Penyusun Tanah

Pada aktivitas ini kamu akan melakukan percobaan untuk mengetahui komponen-komponen penyusun tanah. Lakukanlah aktivitas ini bersama teman satu kelompokmu!

Apa yang kamu perlukan?

1. 3 buah kantong plastik
2. 3 lembar koran atau kertas bekas
3. 1 buah kaca pembesar

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang.
2. Ambillah tanah sebanyak 1 – 2 sekop. Kamu harus mengambil tanah dari tiga tempat yang berbeda. Hal yang harus kamu perhatikan pada saat mengambil tanah adalah kamu harus mengambil tanah dengan menancapkan sekop cukup dalam, sehingga tanah yang terambil tidak hanya tanah permukaan saja. Apabila pada tanah tersebut terdapat tumbuhan yang tumbuh atau ada hewan yang hidup di sana, maka sertakan pula tumbuhan dan hewan tersebut.
3. Masukkan tiap-tiap tanah pada kantong plastik yang berbeda.
4. Berilah label untuk tiap-tiap tanah yang diambil dari tempat berbeda.
5. Letakkan tanah yang telah kamu ambil di atas koran atau kertas bekas.
6. Amatilah apa saja yang terdapat pada tiap-tiap tanah tersebut.
7. Tuliskan hasil pengamatanmu pada Tabel 9.4!

Tabel 9.4 Hasil Pengamatan Komponen-komponen Tanah

Tempat Pengambilan Tanah	Komponen-komponen Tanah

Apa yang perlu kamu diskusikan?

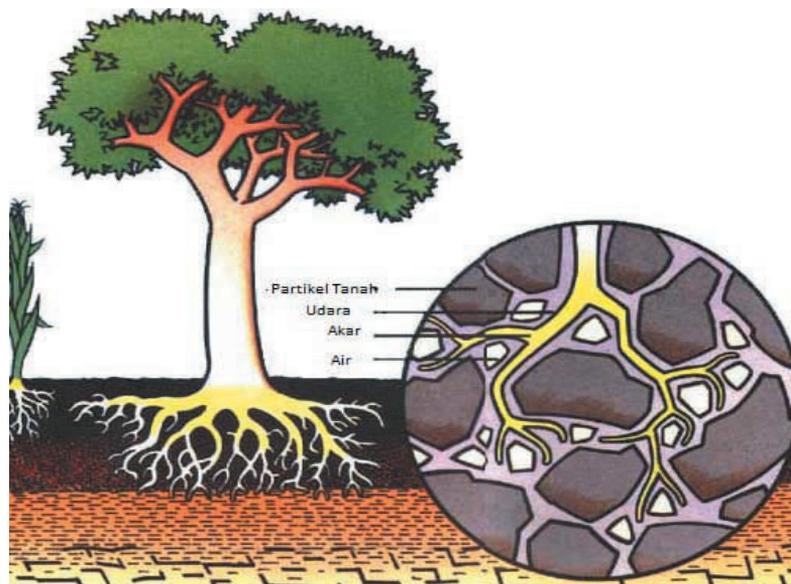
1. Apa sajakah komponen tanah yang kamu temukan selain tumbuh-tumbuhan dan hewan?
2. Apakah kamu dapat menemukan batuan atau kerikil, daun-daun yang lapuk, atau air? Jika "ya" tanah dari manakah yang mengandung komponen-komponen tersebut?
3. Menurut pendapatmu, apakah tempat pengambilan tanah atau jenis tanah memengaruhi komponen-komponen yang terkandung di dalamnya? Jelaskan alasanmu!
4. Berdasarkan aktivitas pengamatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Kamu telah melakukan Aktivitas 9.5 yaitu mengamati komponen-komponen penyusun tanah. Apa saja komponen penyusun tanah? Ayo, kita pelajari komponen penyusun tanah berikut ini!

a. Batuan

Coba perhatikan tanah di sekitarmu! Apakah kamu dapat menemukan batuan dengan mudah? Batuan merupakan bahan padat yang terbentuk secara alami yang tersusun atas campuran mineral dan senyawa lain dengan berbagai komposisi. Para ahli geologi mengelompokkan batuan menjadi tiga jenis berdasarkan proses terjadinya yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf. Batuan dapat berasal dari magma gunung berapi yang mendingin. Batuan-batuan yang ada di bumi mengalami pelapukan sehingga menjadi bahan pembentuk tanah.

b. Udara

Pernahkah kamu berpikir bahwa di dalam tanah juga terdapat udara? Meskipun tanah adalah benda yang tampak padat, tetapi sebenarnya pada tanah tersebut terdapat rongga-rongga yang berisi udara. Tahukah kamu di manakah posisi rongga udara tersebut? Agar kamu dapat mengetahuinya, perhatikan Gambar 9.19!

Sumber: education.usgs.gov

Gambar 9.19 Rongga Udara di Antara Butiran Tanah

Berdasarkan Gambar 9.19 kamu dapat mengetahui bahwa rongga udara terdapat di antara butiran-butiran tanah. Selain di antara butiran tanah, rongga udara juga terdapat di antara batuan yang terdapat di tanah, di antara batuan dan butiran tanah, di antara butiran tanah dengan akar tumbuhan, ataupun di antara akar tanaman dengan batu. Rongga udara juga dapat terbentuk oleh aktivitas hewan tanah, misalnya cacing.

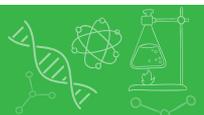
c. Humus

Humus adalah komponen organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi (penguraian) hewan atau tumbuhan yang telah mati, daun yang gugur, ataupun kotoran hewan oleh bakteri dan jamur. Kamu tentunya sudah sering mendengar bahwa humus adalah tanah yang subur. Tahukah kamu mengapa demikian? Humus adalah tanah yang memiliki tekstur gembur dan memiliki banyak pori-pori sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran udara. Kondisi tersebut menyebabkan akar memperoleh cukup udara. Tanah humus mampu mempertahankan air sehingga tanah selalu lembap. Selain itu, tanah humus juga mengandung mineral-mineral dan nutrisi yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan.

Sumber: education.usgs.gov
Gambar 9.20 Humus

d. Air

Apakah kamu menemukan air pada aktivitas pengamatan 'Mengidentifikasi Komponen tanah' yang telah kamu lakukan? Apakah sebenarnya pada tanah terdapat air? Seperti yang telah kamu pelajari sebelumnya, tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, seperti bakteri, cacing, jamur, tumbuhan, dan berbagai jenis serangga.

Makhluk hidup yang hidup di tanah pada umumnya butuh kelembapan tanah. Kelembapan tanah disebabkan keberadaan air di dalam tanah. Tumbuhan juga membutuhkan air. Air diserap oleh tumbuhan setelah air menembus tanah dan mencapai akar. Mari kita lakukan aktivitas berikut untuk menyelidiki keberadaan air pada tanah!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.6 Mengetahui Kandungan Air pada Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, seperti bakteri, jamur, tumbuhan, dan hewan-hewan tanah. Makhluk hidup yang hidup di tanah pada umumnya butuh kelembapan tanah. Kelembapan tanah disebabkan oleh keberadaan air di dalam tanah. Nah, mari kita lakukan aktivitas berikut untuk mengetahui keberadaan air di dalam tanah.

Apa yang kamu perlukan?

1. 3 buah gelas bekas air mineral yang bersih dan kering
2. 1/2 gelas tanah yang diambil dari kebun
3. 1/2 gelas pasir
4. 3 buah kantong plastik bening
5. 1 buah selotip atau 3 buah tali karet
6. 1 buah gunting
7. 1 buah spidol

Mintalah bantuan orang tuamu jika kamu kesulitan mendapatkan alat dan bahan tersebut!

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Berilah label pada ketiga gelas air mineral yang telah kamu sediakan. Gelas pertama diberi tulisan 'Tanah Kebun', gelas kedua diberi tulisan 'Pasir', dan gelas ketiga diberi tanda strip (-).
2. Masukkan tanah kebun ke gelas yang diberi label 'Tanah Kebun', masukkan pasir ke dalam gelas yang diberi label 'Pasir'. Untuk gelas air mineral yang diberi label tanda strip (-), biarkan kosong.
3. Tutuplah tiap-tiap gelas dengan plastik dan ikatlah dengan karet atau selotip hingga tertutup rapat.

4. Letakkan ketiga gelas tersebut di bawah sinar matahari selama 30 menit.
5. Amati permukaan bagian bawah plastik penutup pada semua gelas percobaan! Apakah terdapat embun air?
6. Catatlah hasil pengamatanmu!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Manakah jenis tanah yang mengandung air?
2. Berdasarkan aktivitas pengamatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

e. Mineral

Masih ingatkah kamu dari manakah asal tanah? Tanah dapat berasal dari pelapukan batuan dan kerak bumi. Kerak bumi memiliki tebal 10-15 kilometer atau bahkan lebih. Nah, di dalam kerak bumi inilah banyak terkandung mineral berupa ion-ion positif dan ion-ion negatif. Tentu kamu sudah tidak asing dengan istilah ion bukan?

Beberapa ion positif yang ada di dalam tanah adalah kalium (K^{+}), kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}). Sementara ion-ion negatif yang terkandung dalam tanah adalah nitrat (NO_3^{-}), fosfat (PO_4^{3-}), dan sulfat (SO_4^{2-}). Ion-ion tersebut merupakan nutrisi bagi tumbuhan yang diserap melalui akar. Kandungan mineral dalam tanah yang berbeda-beda menentukan sifat dan karakter suatu tanah. Tidak semua tanah sesuai untuk bercocok tanam bukan? Menurut pendapatmu, tanah di daerah manakah yang sangat mendukung untuk bercocok tanam?

Tanah yang subur tidak hanya ditentukan oleh kandungan mineral di dalamya, tetapi juga sifat fisika dan kimia tanah. Sifat fisika tanah mencakup tekstur dan struktur tanah. Kamu sudah mempelajarinya pada awal bab ini. Masih ingatkah kamu? Selain itu, sifat fisika tanah yang dapat diamati dengan mudah untuk menentukan kesuburan tanah adalah warna tanah. Salah satu sifat kimia tanah yang menjadi indikator kesuburan tanah adalah derajat keasaman atau pH tanah. Tanah yang subur memiliki pH tanah sekitar 7. Pada kisaran pH tersebut tumbuhan dapat menyerap nutrisi secara optimal. Coba lakukan aktivitas berikut ini untuk mengetahui pH tanah di sekitarmu!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.7 Mengidentifikasi Tingkat Kesuburan Tanah

Pada aktivitas ini kamu akan mencoba mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah dengan salah satu sifat fisika tanah yakni dengan warna tanah dan sifat kimia tanah dengan mengukur pH tanah.

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah
2. Kertas lakmus atau pH universal atau kunyit
3. Gelas air mineral
4. Sendok
5. Air

Apa yang harus kamu lakukan?

A. Mengukur pH Tanah

1. Ambillah tanah dari tempat tinggalmu. Kamu dapat mengambil tanah dari beberapa titik di tempat tersebut. Campur semua tanah dari beberapa titik tersebut secara merata.
2. Ambil 1/4 gelas tanah, kemudian campur dengan 200 mL air.
3. Aduk campuran tanah dan air tersebut, kemudian tunggu hingga tanah mengendap.
4. Setelah airnya mulai jernih, masukkan kertas lakmus atau pH universal dan tunggu hingga 1 menit. Usahakan agar kertas lakmus dan pH universalnya tidak terkena tanah yang mengendap di bawahnya!
5. Jika menggunakan kunyit, potonglah kunyit sekitar 2 cm kemudian belah menjadi dua bagian. Masukkan satu bagian ke dalam campuran sampel tanah dan air, kemudian diamkan selama 30 menit. Bagian belahan kunyit yang lain digunakan sebagai pembanding.
6. Amatilah perubahan yang terjadi pada indikatormu! Gunakan kriteria berikut untuk menentukan hasilnya!

Tabel 9.5 Indikator Perubahan Warna

pH	Perubahan Warna Indikator		
	Lakmus Merah	Lakmus Biru	Kunyit
Asam (pH <7)	Merah	Merah	Warna kuning memudar
Basa (pH > 7)	Biru	Biru	Biru tua
Netral	Tetap merah	Tetap biru	Tetap cerah

Keterangan:

- Jika menggunakan pH universal cocokkan warna kertas pH dengan skala dan warna di wadah indikator universal untuk menentukan nilai pH.

B. Menentukan Warna Tanah

1. Ambil bongkahan tanah dari lingkungan sekitarmu!
2. Amati warna tanahnya. Gunakan kriteria berikut untuk mendeskripsikan hasilnya!
   - Warna hitam dan gelap: mengandung banyak humus
   - Warna kemerahan: mengandung banyak mineral besi
   - Warna kuning cokelat: mengandung banyak mineral limonit
   - Warna pucat atau kekuning-kuningan: mengandung banyak kuarsa
3. Selanjutnya, bandingkan tingkat produktivitas tanah dengan kriteria berikut.

Hitam → cokelat → cokelat seperti karat → merah → abu-abu → kuning → putih

Semakin pudar warna tanah maka produktivitas tanahnya semakin menurun

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berapa pH tanah yang kamu amati?
2. Termasuk dalam warna apakah tanah yang kamu amati?
3. Berdasarkan pH dan warna tanah, bagaimanakah tingkat kesuburan tanah yang kamu amati? Jelaskan!
4. Apa yang dapat kamu simpulkan dari aktivitas ini?

Berdasarkan aktivitas pengamatan pH dan warna tanah, kita dapat mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah di sekitar kita. Mengapa warna tanah berkaitan dengan tingkat kesuburan tanah? Semakin gelap warna tanah, kandungan bahan organiknya semakin tinggi.

Warna tanah yang gelap akan menyerap panas dan melepaskan panas lebih cepat dibandingkan warna tanah yang terang. Coba ingat-ingat kembali tentang kalor! Karena lebih cepat menyerap panas, saat siang hari kandungan air pada tanah yang gelap akan cepat menguap sehingga tanah menjadi lebih cepat kering. Namun, saat malam hari tanah yang gelap akan cepat melepaskan panas sehingga mempercepat kondensasi uap air, sehingga lebih cepat menyerap air kembali. Kondisi warna tanah inilah yang secara tidak langsung dapat dikatakan berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah. Warna tanah akan memengaruhi temperatur dan kelembapan tanah sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, aktivitas organisme tanah, dan struktur tanah.

Tahukah Kamu?

Saat ini orang lebih banyak beralih pada pertanian organik. Pertanian organik menggunakan pupuk alami atau pupuk organik, bukan pupuk kimia sintetis. Pupuk organik memberikan beberapa keuntungan bagi kita karena pupuk organik melepaskan mineral secara perlahan melalui proses pelapukan. Oleh karena itu, ketersediaan mineral tanah lebih terjaga dan kita tidak perlu sering memupuk. Kejadian sebaliknya apabila tanah dipupuk dengan pupuk kimia buatan. Pupuk kimia buatan menyediakan mineral secara langsung, tetapi mineral dari pupuk kimia ini akan lebih cepat hilang dari tanah.

Pupuk organik dan pupuk kimia buatan memang akan melepaskan mineral-mineral yang sama sesuai dengan yang dibutuhkan tumbuhan, tetapi kita tetap harus pandai dan bijak dalam menggunakannya. Jika kita terlalu sering memupuk tanah dengan pupuk kimia buatan, akan berdampak buruk pada lingkungan di sekitar kita. Pupuk kimia buatan akan mudah terlarut dan terbawa oleh air hujan ke sungai, sehingga mengakibatkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air yang sangat cepat yang melebihi kondisi normal. Kondisi ini disebut dengan eutrofikasi. Jika tumbuhan air terlalu subur, maka akan mengganggu kehidupan ikan. Apabila tumbuhan air tersebut mati, maka organisme pengurai akan membutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya. Kondisi tersebut menyebabkan oksigen terlarut di dalam air menjadi berkurang sehingga dapat mengakibatkan kematian bagi banyak ikan atau organisme air lainnya.

f. Komponen Organik

Tanah merupakan tempat hidup dari sejumlah makhluk hidup seperti bakteri, jamur, alga, serangga, dan cacing tanah. Organisme tanah tersebut menguraikan bahan-bahan yang berasal dari sisa makhluk hidup sehingga menghasilkan material organik di dalam tanah. Masih ingatkah kamu bahan-bahan apa saja yang mampu diuraikan oleh organisme tanah tersebut sehingga membuat tanah menjadi subur?

C. Upaya Menjaga Kelestarian Tanah

Ayo, Kita Pelajari

- Upaya menjaga kelestarian tanah
- Pengolahan tanah

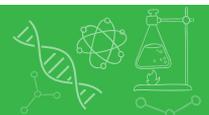
Istilah Penting

- Reboisasi
- Terasering
- Pupuk organik
- Pertanian monokultur

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami tindakan-tindakan yang dapat kamu lakukan agar tanah di lingkunganmu tetap lestari

Setelah kamu mempelajari peran tanah bagi kehidupan, tentu sekarang kamu telah menyadari bahwa tanah begitu penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di bumi. Apabila tanah hanya digunakan untuk keperluan manusia, tetapi tidak dijaga dengan baik, akan menurunkan kualitas kesuburan tanah. Hilangnya mineral-mineral penting dalam tanah serta mikroorganisme yang ada di dalamnya merupakan tanda berkuranganya kualitas tanah.

Terdapat beberapa penyebab berkurangnya kualitas tanah, di antaranya adalah erosi yang menyebabkan hilangnya nutrisi tanah, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan sehingga menyebabkan pencemaran tanah, pertanian monokultur (pertanian satu jenis tanaman) yang berulang dalam jangka waktu lama, serta pencemaran tanah akibat sampah yang sulit terurai. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya menjaga kelestarian tanah agar tanah di lingkunganmu tetap subur dan terjaga. Berikut ini beberapa upaya untuk menjaga kelestarian tanah.

1. Pengelolaan Tanah Menggunakan Tanaman Penutup Tanah dan Pengelolaan Lahan Miring untuk Mengurangi Erosi

Upaya untuk menjaga agar nutrisi dan mineral penting dalam tanah tidak terbawa oleh aliran air akibat erosi dapat dilakukan dengan menggunakan tanaman penutup atau melakukan reboisasi. Perhatikan Gambar 9.21! Adanya tanaman penutup tanah berfungsi untuk menahan air hujan agar tidak langsung mengenai permukaan tanah. Dengan demikian, dapat mengurangi pengikisan tanah dan mempertahankan produktivitas tanah. Masih ingatkah kamu dengan Aktivitas 9.4 tentang peran tumbuhan dalam mencegah erosi tanah?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.21 Reboisasi Hutan

Pengolahan lahan untuk mengurangi erosi dapat dibuat dengan penterasan lahan miring (terasering), yaitu mengubah permukaaan tanah miring menjadi bertingkat-tingkat. Penterasan bertujuan untuk mengurangi panjang lereng dan memperkecil kemiringan lereng sehingga dapat memperlambat kecepatan aliran air di permukaan. Selain itu, untuk menampung dan mengalirkan aliran air permukaan sehingga memungkinkan penyerapan oleh tanah. Dengan demikian, terasering dapat mengurangi erosi. Perhatikan Gambar 9.22!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.22 Terasering pada Sawah

2. Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia

Penggunaan pupuk kimia pada takaran dan waktu yang tepat memang dapat meningkatkan produksi pertanian. Oleh karena, senyawa di dalam pupuk kimia merupakan senyawa sederhana yang dapat langsung diserap oleh tumbuhan. Namun, jika pemupukan

kimia dilakukan secara terus-menerus dan berlebihan, akan berpotensi mencemari tanah atau dapat menurunkan kualitas tanah. Pupuk kimia atau pupuk buatan merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi zat tertentu yang diproses secara kimia.

Upaya untuk mengurangi dampak penggunaan pupuk kimia adalah dengan menggunakan pupuk organik (Gambar 9.23). Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah). Pupuk organik berasal dari bahan yang dapat terurai dan dapat memperbaiki struktur tanah serta menjaga populasi mikroorganisme tanah sehingga menjaga kualitas tanah dalam jangka panjang.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 9.23 Pupuk Organik

3. Pengolahan Tanah yang Tepat untuk Pertanian Monokultur

Pertanian monokultur merupakan penanaman satu jenis tumbuhan pada suatu lahan dalam jangka waktu tertentu atau sesuai dengan umur tanaman. Misalnya penanaman padi, jagung, kedelai, tebu, dan tanaman budi daya lainnya. Tahukah kamu, apabila pertanian monokultur ini dilakukan secara terus-menerus tanpa adanya pengolahan tanah yang tepat maka dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah. Lahan yang ditanami satu jenis tumbuhan cenderung mengurangi keanekaragaman hayati pada lahan tersebut termasuk mikrorganisme di dalam tanah.

Salah satu upaya pengolahan tanah yang tepat untuk pertanian monokultur adalah dengan dilakukan pergiliran tanaman. Lahan yang biasa ditanami padi, pada musim kemarau dapat ditanami tanaman palawija atau tanaman yang dapat mengikat nitrogen dari udara dengan bantuan bakteri *Rhizobium*. Tanaman yang termasuk kelompok ini yaitu tanaman kacang-kacangan seperti kacang tanah, kedelai, buncis, kacang hijau dan kara. Dengan demikian, ketersediaan unsur hara pada lahan tersebut dapat terjaga tanpa penambahan pupuk kimia yang berbahaya dan berpotensi mengurangi tingkat kesuburan tanah.

4. Daur Ulang Sampah yang Sulit Terurai

Sampah yang sulit terurai seperti plastik, kaca, logam berpotensi mengurangi tingkat kesuburan tanah. Mikroorganisme dalam tanah memang dapat menguraikan sampah-sampah tersebut, namun membutuhkan waktu yang sangat lama. Apabila tidak ada pengolahan sampah yang tepat, akan terjadi penumpukan sampah yang sulit terurai, akibatnya tanah menjadi tidak subur. Upaya yang dapat kamu lakukan di antaranya dengan memisahkan antara sampah yang mudah terurai dengan sampah yang sulit terurai.

Sampah yang sulit terurai seperti plastik, kaleng, atau kaca dapat kamu daur ulang menjadi barang-barang yang berguna seperti pada Gambar 9.24. Selain dapat membantu menjaga kelestarian tanah, kamu juga dapat mengubah barang bekas menjadi barang yang memiliki nilai ekonomi. Nah, sebagai siswa yang peduli lingkungan coba gunakan kreativitasmu untuk membuat sampah-sampah yang sulit terurai menjadi barang-barang yang lebih berguna dan memiliki nilai ekonomi tinggi.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 9.24 Hasil Daur Ulang Sampah

Ayo, Kita Renungkan

Setelah kamu belajar tentang tanah, kamu kini telah mengetahui bahwa tanah yang kamu injak setiap hari merupakan tempat tinggal miliaran makhluk hidup yang sangat berperan dalam menjaga kelangsungan hidup di bumi. Makhluk hidup yang tak tampak oleh penglihatan bukanlah makhluk hidup yang tidak berguna, justru organisme itulah yang membantu menyediakan nutrisi untuk tumbuh-tumbuhan. Sebagai manusia kamu hendaknya dapat bersikap bijak dalam menjaga tanah sebagai tempat hidup makhluk di bumi. Sudah menjadi tugasmu menjaga kelestarian tanah dengan mengolah tanah dengan baik, menjaga tanah agar tidak terkena erosi, tidak mencemari tanah dengan sampah-sampah yang mengganggu kehidupan organisme dalam tanah.

Kamu juga patut bersyukur kepada Tuhan karena telah memberikan anugerah tempat tinggal di bumi yang begitu subur, maka sudah sepatutnya manusia dapat hidup selaras dengan makhluk hidup lainnya di bumi. Marilah kita menjaga tanah tempat tinggal kita agar mekanisme kehidupan tetap berjalan dengan baik dan semua makhluk hidup dapat menjalankan perannya masing-masing dengan seimbang. Bagaimana dengan kamu? Apakah kamu telah menjaga kelestarian tanah di sekitarmu? Coba jawab beberapa pertanyaan berikut dengan jujur.

Tabel 9.6 Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu suka menanam pohon di lingkungan sekitarmu?		
2	Apakah kamu menyiram tumbuhan di sekitar rumahmu dengan teratur agar tetap tumbuh subur?		
3	Apakah kamu sudah memisahkan antara sampah organik dengan anorganik?		
4	Apakah kamu mendaur ulang sampah yang sulit terurai seperti plastik menjadi barang yang lebih berguna dan bernilai?		
5	Apakah kamu sudah mencoba mengurangi penggunaan plastik sebagai upaya mengurangi sampah yang sulit terurai?		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban ”ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban ”tidak” mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut:

Skor 0 - 3 : berarti kamu memiliki sikap yang kurang baik dalam mengaplikasikan pengetahuan tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan.

Skor 4 - 6 : berarti kamu memiliki sikap yang cukup baik dalam mengaplikasikan pengetahuan tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan.

Skor 7 - 10 : berarti kamu memiliki sikap yang baik dalam mengaplikasikan pengetahuan tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan.

Untuk kamu yang memiliki sikap yang kurang baik dan cukup baik, sebaiknya kamu terus berusaha untuk mengaplikasikan pengetahuan tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan dalam kehidupan sehari-hari.

Info Tokoh

900 M

Banu Musa

Pengarang buku Al Hiyal (buku alat-alat pintar) yang berisikan 100 macam mesin seperti pengisi tangki air otomatis, kincir air, dan sistem kanal bawah tanah (sekarang terkenal di Belanda), teknik pengolahan logam, penambangan, lampu tambang, teknik survei, dan pembuatan tambang bawah tanah.

1803-1873

Justus von Liebig

Ahli kimia berwarga negara Jerman yang menyatakan bahwa dengan menganalisis bagian-bagian tanaman, ia dapat memformulasikan unsur-unsur hara di dalam pupuk yang dapat ditambahkan ke dalam tanah pada periode tanam berikutnya.

1846–1903

V.V. Dokuchaev

Mengembangkan metode studi tanah di lapangan dalam hubungannya dengan iklim, fisiografi, dan lingkungan biotis. Beliau dikenal sebagai bapak pedologi. Beliau menjelaskan bahwa variasi jenis tanah tidak hanya dipengaruhi oleh faktor geologi (bahan induk), tetapi juga dipengaruhi oleh iklim, topografi, serta waktu. Teori inilah yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun klasifikasi tanah untuk pertama kalinya.

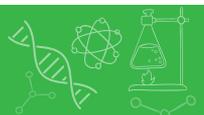
 1899-1992 M

Hans Jenny

Seorang pakar tanah asal Swiss. Menemukan konsep pembentukan tanah yang dipengaruhi oleh iklim, organisme, relief (topografi), bahan induk atau batuan dan waktu.

1883 – 1963 M

Karl von Terzaghi

Ilmuwan pertama yang mengemukakan prinsip mekanika tanah modern secara komprehensif berdasarkan sifat-sifat dasar fisik tanah. Ilmu mekanika tanah modern, dan menjadi dasar studi-studi lanjutan ilmu ini, sehingga Terzaghi disebut sebagai "Bapak Mekanika Tanah".

Rangkuman

1. Tanah berperan penting bagi tumbuhan dan hewan. Tanah menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tanah merupakan habitat beberapa organisme tanah seperti cacing, serangga, jamur, alga, dan mikroorganisme. Tanah juga merupakan penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia di bumi.
2. Tanah adalah bagian permukaan bumi yang merupakan tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta tempat hidupnya berbagai jenis hewan dan mikroorganisme. Tanah terbentuk dari pelapukan batuan secara biologis, fisikawi, dan kimiawi.
3. Pelapukan secara biologis dibantu oleh mikroorganisme tanah.
4. Faktor fisik yang memengaruhi pelapukan adalah iklim, adanya sinar matahari, dan curah hujan.
5. Organisme tanah berperan sebagai pengurai bahan-bahan organik dalam tanah, mengatur kegemburan tanah, tekstur tanah, dan kesuburan tanah.
6. Tekstur tanah ditentukan oleh besar kecilnya ukuran butiran yang menyusun tanah. Tekstur tanah merupakan proporsi relatif berbagai ukuran butiran yang menyusun suatu tanah.
7. Tanah memiliki ukuran butiran yang berbeda-beda, oleh karena itu kita menggolongkan tanah menjadi beberapa jenis seperti tanah lempung, tanah liat, pasir, atau campuran dari ketiganya.
8. Komponen tanah berupa batuan, udara, air, humus, mineral, dan komponen organik.
9. Batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan proses terjadinya yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf.
10. Humus adalah komponen organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi (penguraian) hewan atau tumbuhan yang telah mati, daun yang gugur, ataupun kotoran hewan oleh bakteri dan jamur.
11. Organisme tanah berperan dalam menguraikan bahan-bahan yang berasal dari sisa makhluk hidup sehingga menghasilkan material organik di dalam tanah.

12. Tanah tersusun atas lapisan-lapisan tanah yaitu horizon A, horizon B, horizon C, dan horizon D.
13. Horizon A merupakan lapisan teratas, terdiri atas campuran dari pelapukan batuan dengan berbagai tekstur, organisme hidup, dan zat organik.
14. Horizon B merupakan lapisan yang memiliki kandungan zat organik lebih sedikit dibandingkan dengan lapisan di atasnya.
15. Horizon C merupakan lapisan yang tersusun atas batuan, yang berperan sebagai penyedia utama material untuk tanah bagian paling atas.
16. Horizon D merupakan lapisan tanah yang terdiri atas bebatuan yang padat, keras, dan sulit mengalami perubahan.
17. Tanah dapat kehilangan kandungan mineral dan nutrisi akibat beberapa kejadian alam seperti hujan dan banjir.
18. Upaya untuk menjaga agar tanah tidak kehilangan nutrisinya di antaranya adalah dengan pengelolaan tanah menggunakan tanaman penutup tanah dan pengelolaan lahan miring untuk mengurangi erosi, mengurangi penggunaan pupuk kimia buatan, pengolahan tanah yang tepat untuk pertanian monokultur, dan daur ulang sampah yang sulit terurai.

Bagan Konsep

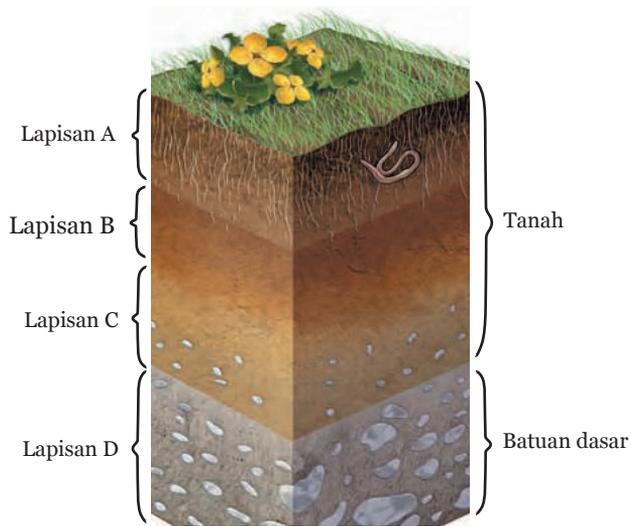
Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini yang merupakan peran tanah bagi kehidupan adalah ....
   A. menjaga suhu bumi
   B. tempat hidup hewan dan bakteri
   C. menjaga jumlah populasi tumbuhan
   D. penyedia nutrisi yang dibutuhkan hewan dan manusia
2. Salah satu peran organisme tanah adalah mengatur kegemburan tanah. Beni melakukan pengamatan pada beberapa jenis tanah dan mendapatkan hasil sebagai berikut!

Asal Tanah	Jenis Tanah
Lokasi A	Tanah pasir
Lokasi B	Tanah lempung
Lokasi C	Tanah liat
Lokasi D	Tanah lempung berpasir

   Tanah yang mengandung organisme tanah berasal dari lokasi ....
   A. A dan B
   B. A dan D
   C. C dan D
   D. B dan D
3. Tanah terdiri atas beberapa lapisan. Untuk mendapatkan bahan tambang, manusia melakukan penggalian hingga lapisan yang terdalam. Menurut pendapatmu hal yang mungkin terjadi pada keseimbangan lingkungan akibat penggalian tanah adalah ....
   A. meningkatkan pendapatan penduduk
   B. mengurangi jumlah mineral dalam tanah
   C. mengganggu kehidupan organisme tanah
   D. mempercepat pelapukan secara fisika dan kimiawi

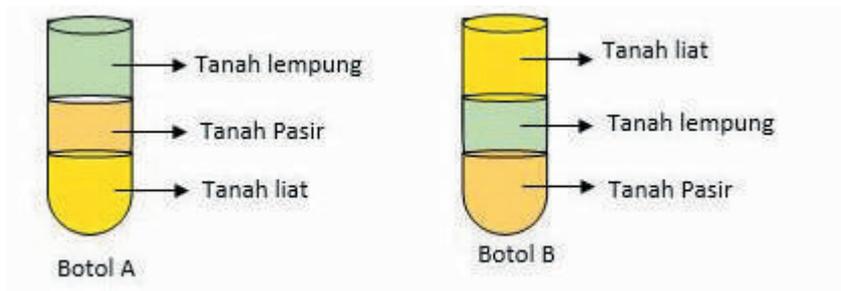
4. Perhatikan gambar lapisan tanah berikut!

Lapisan tanah yang paling banyak mengandung materi organik adalah ....
A. lapisan A
B. lapisan B
C. lapisan C
D. lapisan D

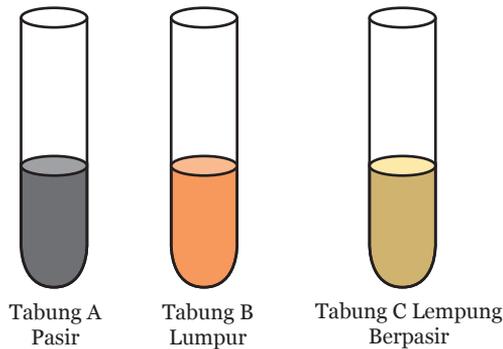
5. Hujan dan air mengalir dapat mengikis tanah. Tanah yang paling banyak terkikis oleh hujan dan air mengalir adalah tanah dari ....
A. daerah datar yang tandus
B. daerah miring yang tandus
C. daerah datar dengan rerumputan
D. daerah miring dengan semak-semak

6. Sifat-sifat tanah berubah melalui proses alam dan aktivitas manusia. Berdasarkan pernyataan berikut yang menunjukkan perubahan tanah karena proses alam adalah ....
A. pengikisan nutrisi akibat hujan lebat
B. banjir akibat pembangunan bendungan
C. pembentukan gurun akibat penebangan pohon
D. degradasi nutrisi tanah akibat penggunaan pestisida

7. Pelapukan tanah dapat terjadi secara biologi, kimia, dan fisika. Di antara lokasi berikut, lokasi yang tanahnya paling cepat mengalami pelapukan adalah daerah ....
   A. hutan tropis yang subur
   B. padang rumput yang kering
   C. memiliki curah hujan tinggi
   D. gurun pasir yang sangat panas
8. Ion-ion dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan antara lain ....
   A. O_2 dan CO_2
   B. SO_4^{2-} dan O_2
   C. Mg^{2+} dan NO_3^-
   D. Mg^{2+} dan CO_2
9. Tanah yang memiliki ukuran butiran sangat kecil, sulit ditembus air, dan tidak mengandung campuran pasir dan batuan disebut ....
   A. tanah liat
   B. tanah lempung
   C. tanah liat berpasir
   D. tanah lempung berpasir
10. Akibat utama erosi tanah adalah ....
   A. berkurangnya kemampuan tanah menyerap air
   B. meningkatnya laju perpindahan mineral dari satu tempat
   C. semakin banyaknya tumbuhan pada lapisan atas yang mati
   D. hilangnya lapisan tanah teratas sehingga mengganggu organisme tanah

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Perhatikan susunan tanah pada botol berikut ini!

Kedua botol itu ditanami tumbuhan dengan jumlah yang sama dan ketersediaan air yang sama. Pada botol manakah tumbuhan dapat tumbuh dengan subur dalam jangka waktu yang lama? Uraikan alasanmu!

2. Perhatikan percobaan berikut ini! Ada tiga tabung reaksi yang diisi oleh jenis tanah yang berbeda kemudian diberi air dengan volume yang sama. Ketiga tabung tersebut dikocok dalam waktu yang sama dengan kekuatan pengocokan yang sama. Setelah itu, ketiga tabung didiamkan pada rak tabung reaksi.

Jenis Tanah	Ukuran Butiran
Pasir	0,5 mm – 2,0 mm
Lumpur	0,02 mm - 0,002 mm
Lempung berpasir	0,2 mm - 0,02 mm

Menurut pendapatmu tabung manakah yang tanahnya paling cepat mengendap? Jelaskan alasanmu!

3. Di daerah pegunungan atau perbukitan, lahan pertanian dibuat secara terasering. Jelaskan keuntungan sistem terasering tersebut!

Gambar Sistem Terasering

4. Ion nitrat adalah salah satu ion yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Berikut ini adalah data kandungan ion nitrat di dua daerah yang berbeda:

Grafik Perbandingan Kandungan Nitrat dalam Tanah

   Berdasarkan data tersebut. Mengapa pada daerah yang pohonnya banyak ditebang jumlah nitrat dalam tanah lebih tinggi?

5. Di lapisan tanah yang semakin dalam, ditemukan lebih sedikit organisme dibandingkan dengan lapisan bagian atas. Menurut pendapatmu, mengapa hal itu terjadi?

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengenal Lapisan Tanah yang Baik untuk Kehidupan Tumbuhan

- **Permasalahan**

Kamu sudah mempelajari berbagai jenis tanah dan komponen-komponen tanah. Pernahkah kamu berpikir bagaimana komposisi tanah yang baik untuk tumbuhan agar tetap subur? Bagaimanakah lapisan tanah yang sesuai untuk tumbuhan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut lakukan aktivitas berikut.

- **Perencanaan**

Rencanakan sebuah percobaan dengan membuat lapisan tanah yang berbeda-beda antara tanah lempung, tanah liat, dan tanah pasir. Buatlah lapisan-lapisan tanah dengan komposisi yang berbeda-beda sesuai dengan pengetahuan yang kamu miliki untuk mencari tahu lapisan tanah yang baik untuk pertumbuhan tumbuhanmu.

Kamu dapat bekerja secara berkelompok. Beberapa alat dan bahan yang harus kamu siapkan di antaranya adalah (a) tanah lempung, tanah liat, tanah pasir, (b) botol bekas air mineral besar, (c) sekop, (d) tumbuhan, (e) gunting, (f) spidol, dan (g) kertas manila.

- **Pelaksanaan**

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Persiapkan semua alat dan bahan yang akan kamu gunakan untuk melakukan pecobaan.
2. Potonglah bagian atas botol plastik dengan menggunakan gunting sehingga kamu mendapatkan bentuk seperti gelas.
3. Buatlah lapisan-lapisan dengan macam-macam tanah yang telah kamu bawa.
4. Tanamlah tumbuhan yang kamu bawa, kemudian siram dengan air yang cukup. Amati pertumbuhannya setiap hari selama 2 minggu dan ingat selama pengamatan jangan menyiram lagi.

5. Lakukan pengamatan dengan cermat
6. Tulislah hasil pengamatan setiap kelompok di kelasmu pada sebuah tabel pengamatan besar yang dibuat dari kertas manila!

Tabel 9.7 Hasil Pengamatan Kelas tentang Lapisan Tanah

No. Kelompok	Kondisi Tumbuhan pada Hari ke-				
	1	2	3	4	dst.

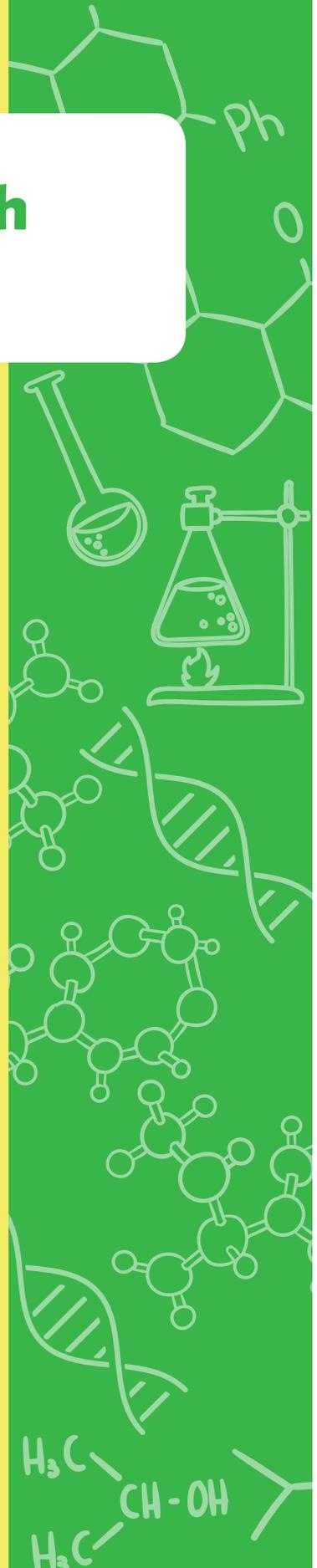
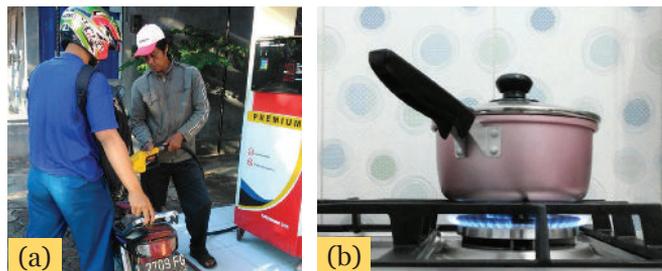
- **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa laporan yang disusun oleh tiap kelompok. Laporan disusun dengan sistematika berikut.
   a. Bahan dan alat yang diperlukan
   b. Cara kerja dan data hasil percobaan (dapat dilengkapi dengan foto)
   c. Hasil analisis lapisan mana yang paling baik untuk kehidupan tumbuhan dan jelaskan pula alasannya
   d. Kesimpulan
2. Presentasi hasil percobaan di depan kelas dan diskusi hasil percobaan.

Teknologi Ramah Lingkungan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan masyarakat. BBM diperlukan sebagai bahan bakar kendaraan motor, mobil, atau kapal. Tahukah kamu apa saja yang termasuk BBM? Dari manakah BBM berasal? Apakah BBM dapat menyediakan energi bagi kehidupan manusia sepanjang masa? Apakah ada alternatif sumber energi lain untuk mendukung kehidupan manusia? Apa saja dampak penggunaan BBM secara terus menerus terhadap lingkungan? Kamu tentunya ingin mengetahuinya lebih mendalam. Oleh karena itu, pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Masih ingatkah kamu tentang konsep energi? Coba perhatikan alat transportasi di sekitarmu seperti sepeda motor, mobil, kapal, kereta api, atau pesawat terbang. Semua alat transportasi tersebut membutuhkan energi yang berasal dari bahan bakar untuk dapat digunakan bukan? Sepeda motor contohnya, pasti membutuhkan bensin agar dapat digunakan (Gambar 10.1a). Selain alat transportasi, berbagai peralatan rumah tangga juga membutuhkan energi untuk dapat dimanfaatkan, misalnya kompor gas (Gambar 10.1b) yang digunakan sebagai alat memasak membutuhkan sumber energi dari *liquid petroleum gas* (LPG).

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.1 (a) Pengisian Bahan Bakar Bensin pada Sepeda Motor, (b) Kompor Gas sebagai Alat untuk Memasak

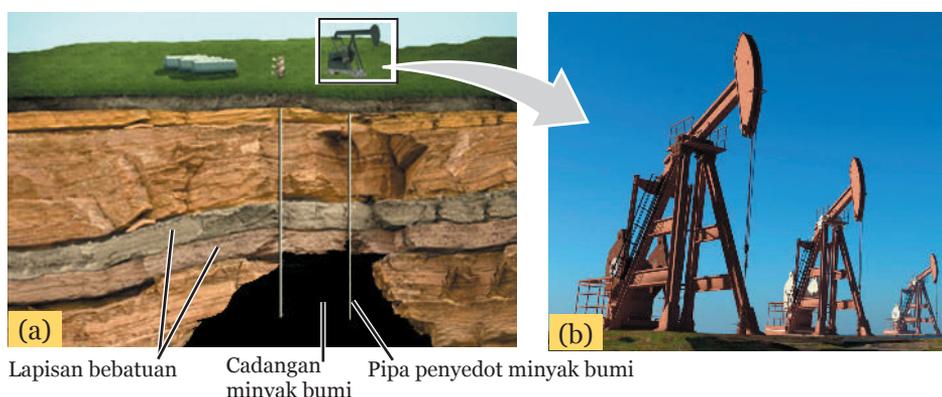
Bahan bakar bensin, LPG, batu bara, dan minyak bumi merupakan bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup yang ada dalam bumi dan tidak dapat diperbarui karena dibutuhkan waktu jutaan tahun untuk menghasilkannya. Sumber energi lainnya seperti matahari, angin, aliran air, kayu, dan panas bumi merupakan sumber energi yang dapat diperbarui. Sumber energi tersebut dapat terbentuk kembali secara alami dalam waktu-waktu tertentu. Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan berbagai sumber energi untuk kehidupan kita di bumi. Oleh karena itu, kita harus selalu bersyukur atas segala nikmat-Nya dengan menggunakan sumber energi secara bijak dan menjaga ketersediaannya.

Tahukah kamu bagaimana sejarah penemuan bahan bakar dan penggunaan energi di dunia? Menurut sejarah, penggunaan minyak bumi telah ada sejak lima ribu tahun sebelum masehi. Namun, pada saat itu belum ada penggalian minyak bumi seperti saat ini. Minyak bumi diperoleh hanya terbatas dari rembesan minyak yang ada di permukaan tanah. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan manusia, saat ini

minyak bumi diolah menjadi bahan bakar melalui proses distilasi (penyulingan) sederhana. Di Eropa kebutuhan minyak bumi sebagai bahan bakar terus meningkat setelah ditemukannya mesin uap oleh James Watt (Gambar 10.2), sehingga mendorong revolusi industri. Pada masa itu, minyak bumi dianggap sebagai sumber energi yang praktis, sehingga pada saat itu dimulai pencarian sumber-sumber minyak bumi dan teknologi pengolahan minyak bumi pun mengalami perkembangan.

Sumber: inverclyde.gov.uk

Gambar 10.2 James Watt

Pada tahun 1859, teknologi pengeboran minyak bumi pertama kali ditemukan dan minyak bumi dipompa keluar dari dasar bumi di Pennsylvania, Amerika Serikat (Gambar 10.3). Pada perkembangan selanjutnya, ditemukan teknologi distilasi minyak bumi untuk mengubah minyak bumi menjadi bahan bakar seperti bensin, solar, avtur, dan beberapa jenis minyak yang lain.

Sumber: (a) www.rigzone.com, (b) www. storify.com

Gambar 10.3 (a) Pengeboran Minyak Bumi, (b) Alat Pemompa Minyak Bumi

Pada tahun 1990, hampir 40% kebutuhan energi dipenuhi dari minyak bumi. Berdasarkan kenyataan tersebut, pernahkah kamu berpikir apabila minyak bumi digunakan terus menerus, apakah minyak bumi akan habis? Selain keberadaan minyak bumi yang semakin menipis, penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar juga memiliki beberapa dampak pada lingkungan. Coba pikirkan apa saja dampak penggunaan minyak bumi bagi kelestarian lingkungan? Dampak yang paling dapat kita rasakan akibat penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar adalah terjadinya pencemaran udara. Oleh karena itu, saat ini mulai banyak ilmuwan yang mengembangkan teknologi yang lebih ramah lingkungan.

Beberapa teknologi ramah lingkungan yang telah dikembangkan yaitu pembangkit listrik yang memanfaatkan angin, cahaya matahari, panas bumi, bahan bakar dari tumbuhan (*biofuel*), dan dari gas hidrogen (H_2). Teknologi tersebut dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan tetap mengutamakan kelestarian alam. Tentu kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah menciptakan sumber energi tersebut dan memberikan akal pikiran pada manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi, sehingga kita lebih mudah melakukan berbagai kegiatan. Tiap-tiap teknologi yang dikembangkan manusia memiliki keunggulan dan kekurangan. Untuk memahami lebih lanjut, ayo kita pelajari bagian berikut ini dengan penuh semangat!

A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan

Ayo, Kita Pelajari

- Teknologi ramah lingkungan
- Prinsip dasar teknologi ramah lingkungan

Istilah Penting

- *Green technology*
- Emisi gas

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami prinsip-prinsip dasar teknologi ramah lingkungan sehingga mempermudah menjaga lingkungan di sekitarmu.

Coba perhatikan alat transportasi yang sering kita gunakan sehari-hari. Sebagian besar alat transportasi tersebut menggunakan bahan bakar bensin atau solar, bukan? Bahan bakar tersebut merupakan salah satu bentuk minyak bumi yang tidak dapat diperbarui. Tentu kamu sering mendengar bahwa sumber minyak bumi tersebut semakin lama semakin berkurang.

Seiring kemajuan di bidang teknologi, saat ini sudah dikembangkan mobil atau sepeda motor yang memanfaatkan energi yang dapat diperbarui. Pernahkah kamu mendengar mobil atau sepeda motor tersebut? Agar lebih memahami perbedaan antara penggunaan bahan bakar yang dapat diperbarui dan yang tidak dapat diperbarui, coba lakukan aktivitas berikut.

Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan Gambar 10.4. Bersama dengan teman sebangkumu, identifikasilah hal-hal berikut pada teknologi bus dan mobil surya.

(a)

(b)

Sumber: (a) images google.com (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 10.4 (a) Bus, (b) Mobil Tenaga Surya

1. Sumber energi apa yang digunakan kedua alat transportasi tersebut? Coba jelaskan menurut sumber, keterbaruan, dan keramahan terhadap lingkungan!
2. Bagaimana emisi/produk sisa yang dihasilkan?
3. Apa dampak emisi yang dihasilkan kendaraan tersebut bagi lingkungan dan manusia untuk jangka pendek dan jangka panjang?
4. Manakah dari kendaraan tersebut yang merupakan kendaraan ramah lingkungan dan kendaraan yang tidak ramah lingkungan?
5. Presentasikan hasil diskusi kelompok pada forum diskusi kelas bersama gurumu.

Setelah berdiskusi, apakah kamu telah dapat mengelompokkan manakah kendaraan yang ramah lingkungan dan yang tidak ramah lingkungan bukan? Coba sebutkan alasan yang mendasari pengelompokan kedua alat transportasi tersebut! Penjelasanmu ini tentu akan sangat membantumu memahami teknologi ramah lingkungan. Nah, menurut pendapatmu apakah pengertian teknologi ramah lingkungan?

Teknologi ramah lingkungan atau sering disebut dengan *sustainable technology/green technology* merupakan bentuk penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan.

Teknologi tersebut bertujuan untuk memberi kemudahan dan pemenuhan keperluan manusia. Suatu teknologi dikatakan teknologi ramah lingkungan jika memenuhi syarat-syarat tertentu. Tahukah kamu apa syarat yang harus dipenuhi teknologi ramah lingkungan? Untuk menjawabnya, lakukan kegiatan berikut!

Ayo, Kita Cari Tahu

Perhatikan teknologi yang ada lingkungan sekolah atau rumahmu! Sebutkan nama teknologi dan di mana teknologi tersebut digunakan? Apakah teknologi tersebut ramah lingkungan? Apa saja syarat-syarat teknologi ramah lingkungan?

Untuk mempermudah kegiatanmu, lakukan kegiatan tersebut dalam kelompok. Gunakan sumber lain seperti buku, koran, dan internet untuk melengkapi hasil diskusimu. Kamu juga dapat bertanya pada orang tuamu atau anggota keluarga lainnya.

Teknologi ramah lingkungan bertujuan untuk menghasilkan berbagai produk dan jasa untuk kepentingan manusia. Teknologi tersebut memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menghasilkan limbah yang membahayakan lingkungan. Selain itu, teknologi ramah lingkungan juga dapat menggunakan bahan yang dapat didaur ulang. Masih ingatkan kamu dengan berbagai sumber energi listrik? Sumber energi listik dapat berasal dari matahari, angin, dan air. Sumber energi alternatif juga dipilih karena dapat diperbarui dan tidak mencemari lingkungan.

Lingkungan sekitar kita tidak lepas dari pemanfaatan teknologi, mulai dari bidang pertanian, industri besar, dan industri skala rumah tangga. Pemanfaatan teknologi yang tidak tepat dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. Oleh karena itu, sebagai warga negara yang baik, kamu harus memperhatikan lingkungan di sekitarmu. Selain untuk menjaga kelestarian alam, menjaga lingkungan bermanfaat pula untuk menjaga kesehatan diri sendiri dan keluarga. Untuk lebih mengenali kelestarian lingkungan, lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.1 Mengidentifikasi Proses, Teknologi, dan Permasalahan Lingkungan

Perhatikan lingkungan tempat tinggalmu! Termasuk kawasan apakah tempat tinggalmu? Apakah kawasan pertanian, perkebunan, peternakan, kawasan industri skala besar, rumah tangga, atau lingkungan perumahan padat penduduk? Setelah mengenali lingkungan tempat tinggalmu, lakukan kegiatan observasi berikut!

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Lembar observasi
3. Kamera (jika ada)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang.
2. Pilih dan pergilah ke suatu kawasan yang memanfaatkan teknologi sesuai dengan kondisi di sekitar tempat tinggal atau sekolahmu, misalnya pabrik atau industri rumah tangga.

> Mintalah surat izin dari sekolah dan bantuan orang tua untuk pergi ke tempat tersebut jika memang kelompokmu memerlukannya.

3. Deskripsikan hasil observasimu, meliputi hal-hal berikut:
   Kawasan/nama tempat :
   Teknologi/alat yang digunakan :
   Bahan baku :
   Produk :

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Jelaskan teknologi yang digunakan dan proses pelaksanaan pabrik atau industri tersebut!
2. Apakah pabrik atau industri tersebut telah menerapkan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan?

3. Apakah pabrik atau industri tersebut menghasilkan limbah?
4. Apakah limbah tersebut berbahaya bagi lingkungan? Jika ya, sebutkan penyebabnya!
5. Apa dampak limbah yang dihasilkan pabrik atau industri tersebut pada masyarakat dan lingkungan?
6. Apa saran yang dapat kamu berikan untuk mengurangi limbah dan dampaknya bagi lingkungan?
7. Berdasarkan hasil observasi dan diskusi yang kamu lakukan, buatlah kesimpulan!

Berdasarkan kegiatan dan hasil Aktivitas 10.1, bagaimana pendapatmu tentang teknologi ramah lingkungan? Tentunya ada banyak cara untuk memelihara lingkungan dengan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan bukan? Kamu dapat menambah wawasanmu dengan mencarinya dari berbagai sumber seperti internet atau buku, bahkan kamu dapat berdiskusi dengan orang tuamu.

B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan

Ayo, Kita Pelajari

Aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam bidang:
- Energi
- Transportasi
- Lingkungan
- Industri

Istilah Penting

- Biogas
- *Biofuel*
- Sel surya
- *Hydropower*
- *Ocean power*
- *Wind power*
- Geotermal
- *Fuel cell*
- *Hydrogen power*
- Biopori
- Fitoremediasi

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami berbagai aplikasi teknologi ramah lingkungan sehingga kamu kelak dapat mengembangkan teknologi yang ramah lingkungan.

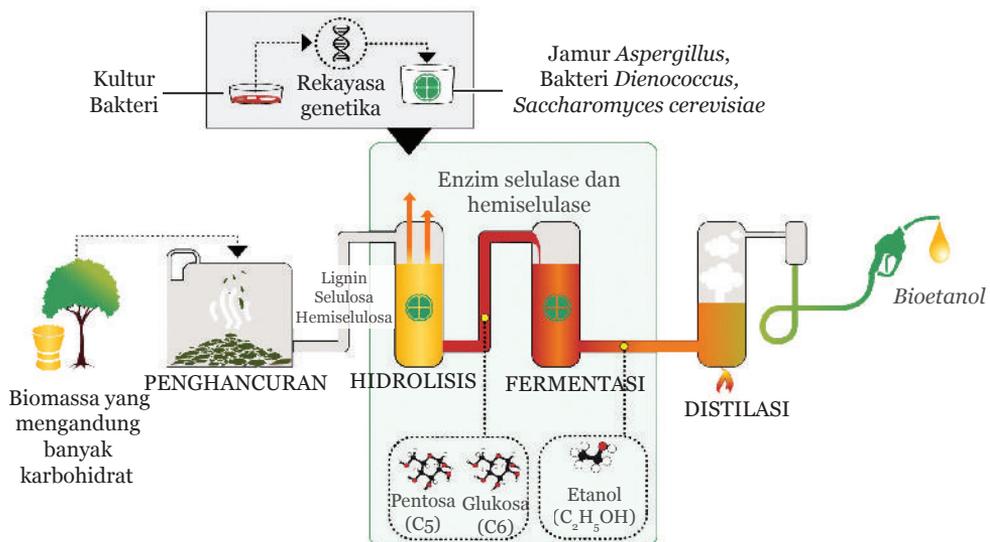
Teknologi ramah lingkungan telah diterapkan dalam berbagai bidang antara lain di bidang energi, transportasi, lingkungan, dan industri. Agar kamu dapat memahami berbagai aplikasi teknologi ramah lingkungan dan menginspirasi kamu untuk mengembangkan teknologi ramah lingkungan tersebut, ayo pelajari materi berikut dengan penuh sa ksama!

1. Teknologi Ramah Lingkungan Bidang Energi

Teknologi ramah lingkungan dapat diterapkan pada bidang energi sebagai upaya mencari sumber energi alternatif untuk masa depan. Berikut ini adalah contoh penerapannya.

a. Bahan Bakar dari Tumbuhan (*Biofuel*)

Biofuel adalah jenis bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan-bahan organik. *Biofuel* termasuk sumber daya alam yang dapat diperbarui. Tahukah kamu apa yang membedakan *biofuel* dengan bahan bakar fosil? Keduanya memang berasal dari bahan-bahan organik, tetapi *biofuel* dapat diolah langsung dari bahan organik seperti tumbuh-tumbuhan, sedangkan bahan bakar fosil berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati selama jutaan tahun yang lalu.

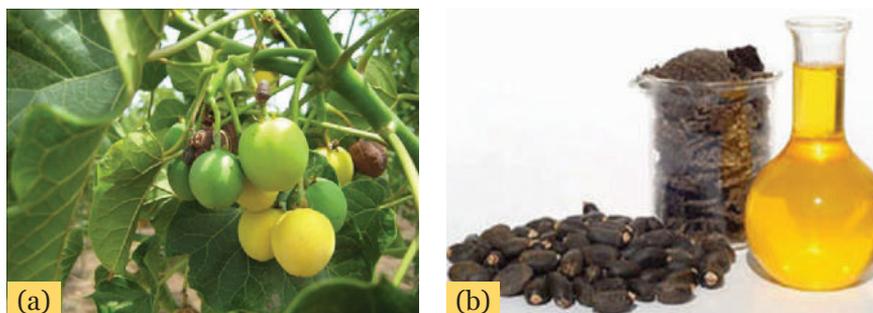
Ada dua jenis *biofuel* yaitu dalam bentuk etanol (C_2H_5OH) dan biodiesel. Etanol merupakan salah satu jenis alkohol yang dapat dibuat dengan fermentasi karbohidrat atau reaksi kimia gas alam. Beberapa tumbuhan yang mengandung karbohidrat tinggi seperti jagung, sorgum, dan singkong biasanya digunakan untuk menghasilkan etanol. Bagaimana proses pembuatan bioetanol? Perhatikan Gambar 10.5!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.5 Skema Pembuatan Bioetanol

Proses pembuatan bioetanol diawali dengan penghancuran bahan-bahan yang mengandung karbohidrat, sehingga memiliki ukuran yang kecil. Karbohidrat yang berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa kemudian dihidrolisis dengan bantuan enzim yang dihasilkan jamur dan bakteri, sehingga menghasilkan senyawa gula pentosa dan glukosa. Senyawa gula tersebut kemudian difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* sehingga menghasilkan etanol dan senyawa lainnya. Agar diperoleh etanol murni, selanjutnya dilakukan penyulingan (distilasi).

Berbeda dengan bioetanol, bahan baku pembuatan biodiesel berasal dari lemak nabati, misalnya dari minyak kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) atau minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) (Gambar 10.6). Di Indonesia, biodiesel sudah dikembangkan dan diproduksi sebagai bahan bakar kendaraan yang disebut dengan **biosolar**. Penggunaan bahan bakar dengan sumber alam yang dapat diperbarui akan sangat membantu kita untuk menjamin kelestarian lingkungan dan ketergantungan pada ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis. Selain itu, sisa pembakaran dari *biofuel* juga lebih ramah lingkungan.

(a)

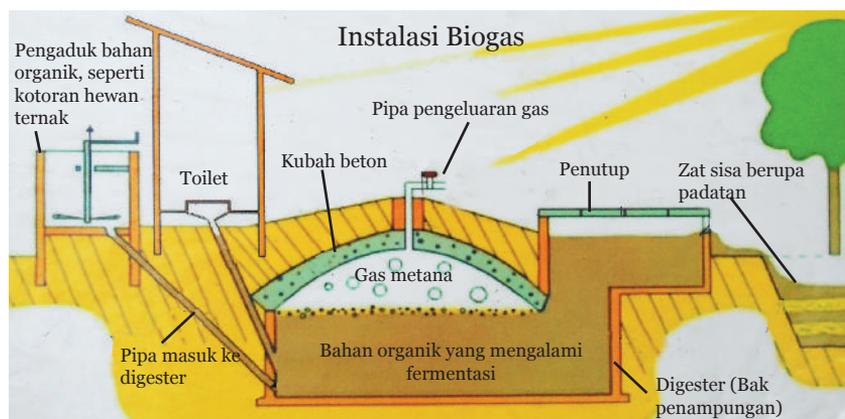
(b)

Sumber: (a) Dok. Kemdikbud, (b) oilmillplant.com

Gambar 10.6 (a) Tanaman Jarak (*Jatropha curcas* L.), (b) Biji dan Minyak Tanaman Jarak

b. Biogas

Biogas merupakan jenis bahan bakar alternatif yang diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup di lingkungan tanpa oksigen). Bakteri anaerob bekerja dengan cara mengubah zat organik menjadi gas metana (CH_4) sebesar 75%, dan sisanya adalah gas karbon dioksida, hidrogen, serta hidrogen sulfida. Namun demikian, gas yang digunakan sebagai sumber bahan bakar adalah gas metana. Bahan organik yang banyak digunakan

dalam pembuatan biogas berasal dari kotoran dan urine hewan ternak. Saat ini biogas sudah banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga di Indonesia.

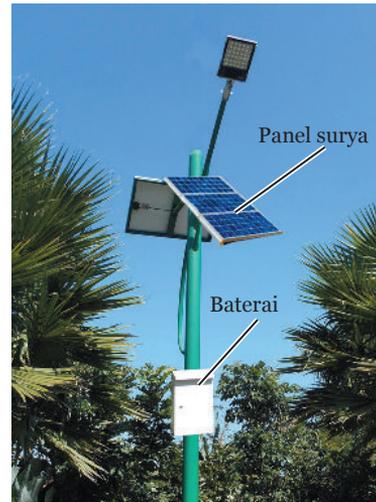
Tahukah kamu teknik pembuatan biogas secara sederhana? Agar kamu dapat mengetahui teknik pembuatan biogas secara sederhana, perhatikan Gambar 10.7!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.7 Skema Pembuatan Biogas

Lingkungan yang memiliki peternakan dan tempat atau pabrik pengolahan makanan (tempat pembuatan tahu, tempe, ikan pindang, dan brem) merupakan tempat strategis bagi pembuatan biogas. Coba kamu pikirkan mengapa harus di tempat-tempat tersebut? Para pemilik pabrik dapat menyatukan semua limbah sisa produksi bahan makanan ke dalam saluran pembuangan untuk kemudian diolah menjadi biogas. Teknologi ini tidak hanya bermanfaat karena mampu menghasilkan sumber energi alternatif, tetapi juga dapat menjaga kebersihan lingkungan. Limbah organik dari hewan ternak dan industri pembuatan makanan tidak dibuang begitu saja, tetapi dijadikan biogas.

c. Sel Surya (*Solar Cell*)

Kita dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *photovoltaic (PV) cell*, atau sering disebut *solar cell* atau sel surya. Pada umumnya sel surya memiliki ukuran yang tipis (hampir sama dengan selembar kertas). Sel surya terbuat dari silikon (Si) yang dimurnikan atau polikristalin silikon dengan beberapa logam yang mampu menghasilkan listrik.

Tahukah kamu bagaimana sel surya mengubah energi matahari menjadi listrik? Ketika cahaya matahari mengenai panel surya, cahaya menghasilkan emisi elektron pada komponen panel. Elektron ini kemudian dihubungkan dengan sistem tertentu sehingga dihasilkan listrik. Selanjutnya, listrik ini dialirkan dan disimpan pada baterai, sehingga dapat digunakan pada saat mendung atau malam hari. Perhatikan Gambar 10.8!

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 10.8 Panel Surya

Kita dapat memasang panel surya pada atap rumah atau menyusunnya dalam lembaran-lembaran, dinding bangunan, atau pada permukaan benda lain. Teknologi terbaru pada panel surya ini adalah adanya motor elektrik yang dapat menjaga panel surya tetap menghadap cahaya matahari pada siang hari. Dengan demikian, mekanisme panel surya ini akan mengumpulkan energi 30-40% lebih banyak dari panel surya biasa.

Tahukah Kamu?

Pembangkit listrik tenaga surya sudah digunakan secara besar-besaran di Portugal, Spanyol bagian selatan, Jerman, Korea Selatan, dan Amerika Serikat. Saat ini, Indonesia mulai menggunakan teknologi ini sebagai sumber energi pada lampu penerangan di berbagai kota dan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah yang belum mendapat aliran listrik. Kita sebagai anak bangsa tentunya harus banyak belajar mengenai teknologi ini sehingga teknologi ini dapat diterapkan di seluruh pelosok Nusantara. Harapannya, semua penduduk Indonesia dapat menikmati manfaat aliran listrik.

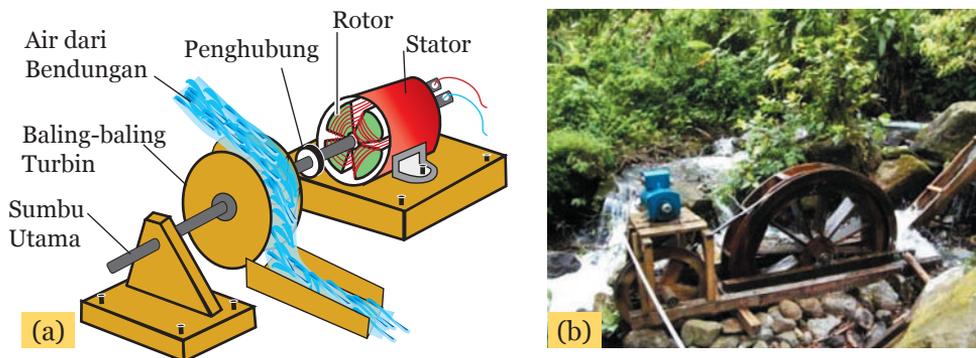
Panel surya memiliki beberapa keunggulan, di antaranya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, mampu menghasilkan energi cukup besar, dan mudah dipasang atau dipindahkan atau dikembangkan. Meskipun memiliki banyak keunggulan, panel surya juga memiliki beberapa kekurangan, di antaranya adalah membutuhkan sistem penyimpanan listrik dan komponen pada panel

surya ini termasuk jenis bahan yang berbahaya. Bahan terebut harus didaur ulang dengan benar setelah pemakaian selama 20-25 tahun. Selain itu, biaya produksi panel surya masih tinggi (harganya mahal).

Ayo, Kita Diskusikan

Indonesia terletak di daerah khatulistiwa, sehingga sinar matahari mudah diperoleh. Menurutmu, apa yang harus dilakukan Indonesia agar dapat memanfaatkan energi matahari untuk pengembangan teknologi yang ramah lingkungan? Coba jelaskan pendapatmu!

d. Pembangkit Listrik Tenaga Air (*Hydropower*)

Tenaga air atau *hydropower* menggunakan energi gerak (energi kinetik) dari aliran air untuk menghasilkan listrik. Siklus air dari *hydropower* diawali dengan proses evaporasi atau penguapan air yang kemudian membentuk awan dan hujan. Air hujan yang terdapat pada dataran tinggi, selanjutnya mengalir ke daerah yang lebih rendah melalui sungai. Cara yang paling umum untuk memanfaatkan *hydropower* ini yaitu dengan membangun dan membendung sungai besar untuk membentuk tempat penampungan air. Air yang dibendung dialirkan melalui suatu pipa besar dengan debit atau laju tertentu untuk memutar turbin generator yang akan menghasilkan listrik. Secara umum, alat pembangkit listrik tenaga air terdiri atas generator dan turbin. Perhatikan Gambar 10.9!

Sumber: (a) Dok. Kemdikbud, (b) Industri.bisnis.com

Gambar 10.9 (a) Skema Pembangkit Listrik Sederhana Tenaga Air, (b) Pembangkit Listrik yang Telah diterapkan di Masyarakat

Generator terdiri atas dua bagian utama yakni stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam yang terdiri atas lilitan kabel dan suatu silinder, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar mengelilingi poros. Poros pada rotor generator terhubung dengan rotor pada turbin. Ketika turbin bergerak berputar karena adanya aliran air maka lilitan dalam stator akan menghasilkan energi listrik. Jadi, cara kerja pembangkit listrik tenaga air ini mengubah energi gerak dari turbin menjadi energi listrik yang dihasilkan melalui generator.

Hydropower merupakan sumber energi terbarukan pertama yang digunakan untuk menghasilkan listrik. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain dapat menghasilkan energi yang besar, membutuhkan biaya yang sedikit, dan sedikit menghasilkan emisi CO_2. Selain itu, teknologi *hydropower* ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain banyaknya lahan yang beralih fungsi dan pengalihan tempat tinggal penduduk, menyumbang emisi metana (CH_4) yang dilepaskan di udara akibat terurainya organisme yang mati dalam air, dan mengganggu ekosistem air di daerah muara.

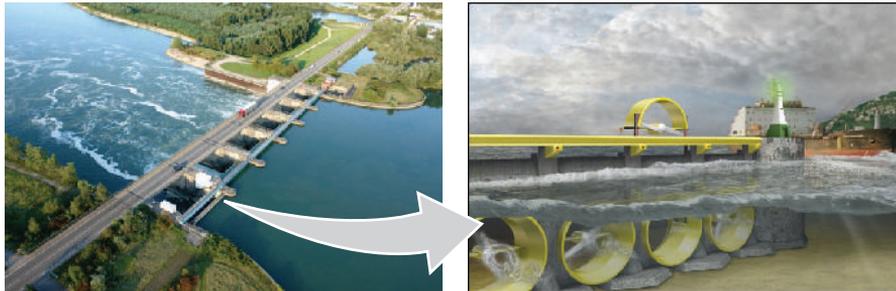
e. Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut dan Ombak (*Ocean Power*)

Kita juga dapat menghasilkan listrik dari energi pasang surut air laut dan ombak. Di beberapa pantai, level ketinggian air dapat naik atau turun hingga 6 meter bahkan lebih. Bendungan dibangun melintasi bibir pantai untuk mengambil energi pada aliran air laut untuk digunakan sebagai *hydropower*.

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 10.10 Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Ombak

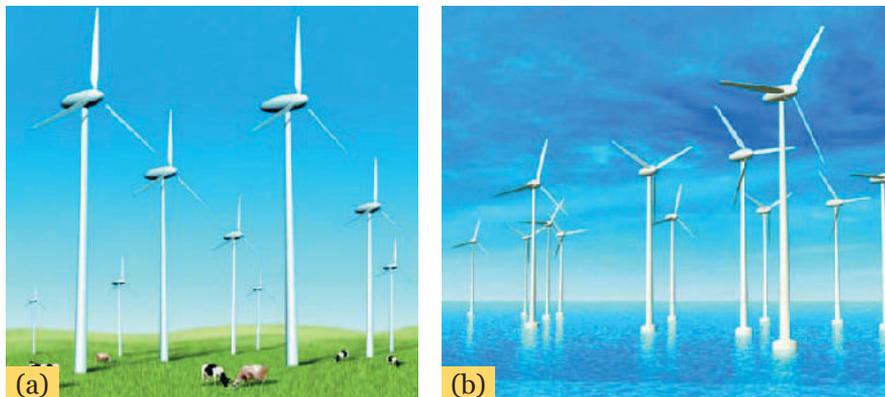
Saat ini masih sedikit negara yang menerapkan teknologi ini. Pembangkit listrik tersebut berada di kota La Rance, Prancis (Gambar 10.11). Hal ini disebabkan pembangunan teknologi ini membutuhkan biaya yang sangat besar, alat mudah rusak akibat korosi oleh air laut, badai, dan di dunia hanya sedikit daerah yang cocok untuk dibangun teknologi ini. Selama bertahun-tahun, ilmuwan dan para teknisi telah mencoba untuk menghasilkan listrik dengan cara mengambil energi dari ombak sepanjang pantai. Mereka telah membuat teknologi berbentuk tabung yang terbuat dari baja dan mirip dengan rantai

ular yang dipasang di pantai Portugal. Alat ini akan naik dan turun akibat adanya ombak, dan dapat menghasilkan listrik. Apakah kamu tertantang untuk mengembangkan teknologi ini di Indonesia?

Sumber: www.energybc.ca

Gambar 10.11 Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut di La Rance, Prancis

f. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (*Wind Power*)

Perbedaan derajat dari sinar matahari yang menyinari bumi pada daerah ekuator dan daerah kutub menyebabkan terjadinya perbedaan panas di antara daerah tersebut. Bersama dengan adanya rotasi bumi, terjadilah aliran udara yang disebut angin. Angin tersebut dapat ditangkap oleh turbin angin dan dapat diubah menjadi energi listrik. Akhir-akhir ini, pembangkit listrik tenaga angin menjadi sumber energi dunia terbesar kedua setelah panel surya.

Ada dua jenis pembangkit listrik tenaga angin yang saat ini dikembangkan, yaitu pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun di daratan dan yang dibangun di pantai, seperti yang tampak pada Gambar 10.12.

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 10.12 (a) Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Dibangun di Daratan, (b) Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Dibangun di Pantai

Pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun di daratan harus terletak di daerah yang jauh dari pemukiman dan sedikit populasi penduduk. Meskipun pembangkit yang dibangun di pantai membutuhkan biaya yang lebih besar, tetapi pembangkit ini memiliki potensi yang besar. Di pantai angin akan bergerak lebih cepat, lebih kuat, dan lebih stabil daripada angin yang bergerak di daratan.

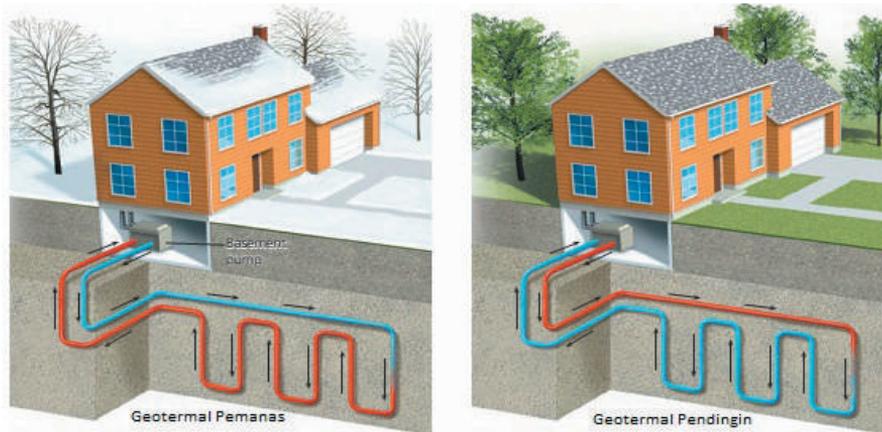
Tidak seperti minyak dan batu bara, angin tersebar luas dan tidak pernah habis, dan pembangkit listrik tenaga angin bebas polusi. Pembangkit listrik tenaga angin merupakan teknologi paling murah untuk menghasilkan listrik. Jika teknologi ini diterapkan di Indonesia diperkirakan Indonesia tidak akan kekurangan listrik, bahkan listrik di Indonesia akan berlebih. Namun demikian, ada beberapa hal yang perlu dipikirkan ketika membangun pembangkit listrik tenaga angin di suatu daerah, di antaranya adalah keberadaan angin yang harus cukup besar dan stabil. Indonesia sudah mulai mencoba membangun pembangkit listrik tenaga angin, misalnya di Nusa Penida (pulau kecil di selatan Pulau Bali) dan juga di Nusa Tenggara Timur.

Kita sebagai anak bangsa, harus terus berupaya melakukan inovasi dalam mengembangkan teknologi pembangkit listrik tenaga angin. Coba perhatikan daerah tempat tinggalmu, apakah di tempat tinggalmu memiliki angin yang cukup besar dan stabil? Suatu saat nanti, kamu dapat membangun pembangkit listrik tenaga angin untuk mencukupi kebutuhan listrik di daerahmu.

g. Geotermal

Energi geotermal merupakan panas yang tersimpan dalam tanah, lapisan dasar bumi, dan cairan dalam kerak bumi. Kita dapat menggunakan energi yang tersimpan ini untuk memanaskan dan mendinginkan bangunan serta menghasilkan listrik. Ilmuwan memperkirakan bahwa hanya dengan menggunakan 1% dari panas yang tersimpan sedalam 5 km dalam kerak bumi, akan menghasilkan energi 250 kali lebih banyak dari minyak dan gas alam yang tersimpan di seluruh lapisan bumi.

Salah satu cara untuk mengambil energi geotermal ini dengan menggunakan sistem pompa panas geotermal "*geothermal heat pump system*". Sistem ini dapat memanaskan dan mendinginkan sebuah rumah dengan memanfaatkan perbedaan temperatur. Sistem ini banyak digunakan di negara yang memiliki empat musim, yaitu musim dingin,

musim semi, musim panas, dan musim gugur. Pada musim dingin, suatu pipa yang diletakkan dalam tanah dapat mengalirkan cairan yang membawa panas dari dasar bumi menuju sistem pendistribusian panas di rumah. Sebaliknya, pada musim panas, sistem ini bergerak berlawanan, memindahkan panas dari rumah dan menyimpannya dalam tanah. Perhatikan Gambar 10.13!

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

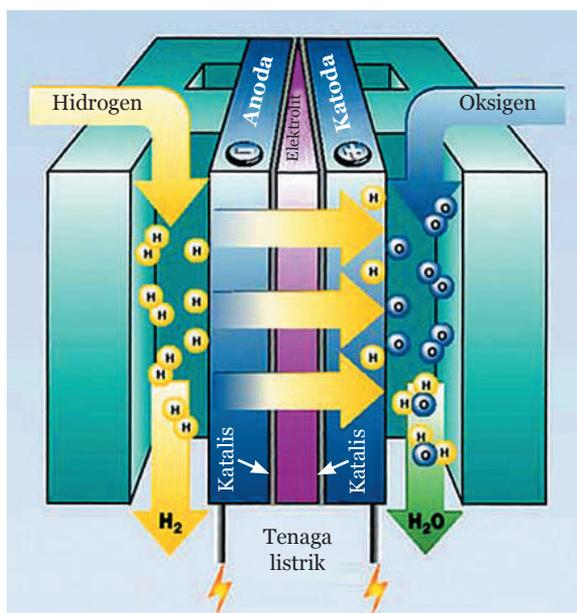
Gambar 10.13 Aplikasi Geotermal dalam Skala Rumah

Kita juga dapat mengambil energi dari lapisan bumi yang lebih dalam dengan sistem yang disebut *hydrothermal reservoir*. Beberapa batuan di dalam bumi memiliki suhu sangat tinggi yang disebabkan oleh adanya pemecahan material radioaktif yang terkandung dalam batuan tersebut. Air dalam tanah bertemu dengan batuan panas sehingga terbentuk uap yang kemudian terakumulasi di antara bebatuan tersebut. Uap air yang terkumpul dalam jumlah besar akan menimbulkan tekanan yang tinggi. Jika kita mengebor bagian tersebut dengan bantuan pipa khusus, uap air akan keluar dengan kecepatan yang besar. Aliran uap inilah yang dapat digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga dapat menghasilkan listrik.

h. *Fuel Cell* dan *Hydrogen Power*

Matahari menghasilkan energi yang menjaga keberlangsungan hidup di bumi melalui penggabungan inti (fusi) atom-atom hidrogen. Hidrogen merupakan unsur kimia paling sederhana dan paling banyak di alam semesta. Perlu kamu ketahui bahwa hidrogen yang banyak di alam semesta bukanlah hidrogen bebas yang dapat langsung dimanfaatkan sebagai bahan bakar, tetapi hidrogen tersebut berada

dalam bentuk senyawa, misalnya hidrogen pada air (H_2O). Oleh karena itu, para ilmuwan menyatakan bahwa gas hidrogen (H_2) akan menjadi bahan bakar di masa depan.

Agar harapan itu dapat terwujud, ilmuwan saat ini fokus untuk mengembangkan sel bahan bakar "*fuel cell*" yang menggabungkan gas hidrogen (H_2) dan gas oksigen (O_2). Reaksi antara gas H_2 dengan O_2 menghasilkan energi panas yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber listrik. Reaksi antara keduanya dapat dituliskan sebagai berikut: $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$ + energi. Perhatikan Gambar 10.14!

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 10.14 Skema *Hydrogen Power*

Berdasarkan reaksi kimia tersebut, kita dapat mengetahui bahwa gabungan gas hidrogen dan gas oksigen menghasilkan uap air (H_2O) dan energi. Uap air yang dilepaskan ke atmosfer tidak berbahaya, sehingga tenaga hidrogen ini ramah lingkungan. Penggunaan secara luas hidrogen sebagai bahan bakar akan menghilangkan masalah polusi udara dan dapat mengurangi kerusakan iklim, karena dalam teknologi ini tidak dihasilkan CO_2. Pengurangan polusi tentunya juga harus didukung dengan pengurangan penggunaan bahan bakar fosil (minyak bumi) atau energi nuklir yang menghasilkan CO_2 di bumi. Oleh karena itu, diharapkan dengan penggunaan H_2 ini di masa depan bumi akan lebih terjaga dari pencemaran udara.

Hidrogen juga menyediakan energi lebih banyak daripada bahan bakar lain. Kelebihan ini membuat hidrogen ideal digunakan sebagai bahan bakar pesawat terbang. Permasalahan yang saat ini dihadapi yaitu sedikitnya gas hidrogen murni (H_2) di bumi, sehingga hidrogen harus diproduksi melalui senyawa lain yang mengandung unsur (H), seperti CH_4 (metana). Kita dapat menghasilkan gas hidrogen (H_2) dengan memanaskan air, mengaliri listrik, atau melepas hidrogen dari metana (CH_4). Namun saat ini, untuk menghasilkan gas hidrogen dan alatnya membutuhkan energi dan biaya yang besar.

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bahwa *hydrogen power* ini sudah banyak dikembangkan terutama sebagai bahan bakar mobil? Penerapan teknologi ini dimulai pada tahun 1990, Amory Lovin seorang fisikawan Amerika dan mahasiswanya mendesain mobil ringan, aman, dan menggunakan bahan bakar hidrogen. Ini merupakan dasar dari mobil-mobil berbahan bakar hidrogen yang saat ini sedang dikembangkan oleh pabrik mobil. Bahkan di Jepang, teknologi ini sudah dikembangkan untuk menghasilkan listrik yang dapat memenuhi kebutuhan listrik suatu kota kecil. Di Kanada, teknologi ini sudah diproduksi dengan skala yang tidak terlalu besar. Alat ini mampu menghasilkan H_2 dari air. Alat ini juga dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar hidrogen.

Nah, bagaimana menurutmu? Tentunya kamu sangat tertarik untuk belajar teknologi ini bukan? Dengan mempelajari teknologi ini lebih lanjut dan lebih dalam tentunya kamu dapat menguasai teknologi ini dan mampu membuat mobil berbahan bakar hidrogen untuk masyarakat Indonesia.

2. Teknologi Ramah Lingkungan Bidang Transportasi

Teknologi ramah lingkungan dapat diterapkan pada bidang transportasi sebagai upaya menciptakan kendaraan yang tidak menghasilkan emisi atau limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Berikut ini beberapa contoh kendaraan yang menerapkan teknologi ramah lingkungan.

a. Kendaraan Hidrogen (*Hydrogen Vehicle*)

Kendaraan hidrogen merupakan kendaraan yang menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar penggerak mesin. Di dalam kendaraan ini terpasang alat yang mampu mengubah energi kimia dari hidrogen menjadi energi mekanik. Alat tersebut bekerja dengan cara membakar hidrogen dalam mesin pembakaran internal atau dengan mereaksikan hidrogen dengan oksigen dalam *fuel cell* untuk menggerakkan motor listrik. Banyak perusahaan luar negeri yang telah mengembangkan kendaraan ini dan diharapkan dapat berkembang pesat pada tahun-tahun mendatang.

Mobil berbahan bakar hidrogen telah dikembangkan oleh beberapa perusahaan. Kendaraan yang diproduksi ini mampu melaju dengan kecepatan 450 km/jam. Selain mobil berbahan bakar hidrogen, beberapa negara telah mengembangkan sepeda hidrogen, sepeda motor hidrogen, dan skuter hidrogen. Saat ini beberapa perusahaan pesawat terbang juga mengembangkan pesawat terbang berbahan bakar hidrogen. Perhatikan Gambar 10.15!

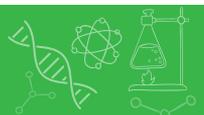
Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 10.15 Alat Transportasi Berbahan Bakar Hidrogen, (a) Mobil Hidrogen, (b) Pesawat Hidrogen, (c) Sepeda Hidrogen

b. Mobil Surya (*Solar Car*)

Mobil surya merupakan mobil yang energi utamanya berasal dari sinar matahari. Salah satu contoh mobil surya adalah bus surya (Gambar 10.16). Bus ini menggunakan sinar matahari untuk memberikan energi pada alat-alat listrik dalam bus dan energi yang digunakan sebagai penggerak pada mesin bus. Bus surya yang saat ini ada merupakan kendaraan yang menggunakan baterai

Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 10.16 Bus Surya

sebagai tempat penyimpanan listrik yang diperoleh dari cahaya matahari atau sumber yang lain. Pengembangan bus surya ini sejalan dengan berkembangnya teknologi panel surya atau *photovoltaic cell*. Pada bus surya ini terdapat panel surya yang terpasang pada atap bus. Panel surya ini dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh mesin bus.

Pengenalan bus ini sebagai alat transportasi umum bertujuan untuk mengembangkan alat transportasi yang ramah lingkungan. Negara yang pertama kali menerapkan bus surya ini yaitu Australia, tepatnya di kota Adelaide. Bus ini dikenal dengan nama *Tindo Solar Battery-Charged Bus* (*Tindo*=matahari) dan beroperasi semenjak tahun 2007. Bus ini 100% menggunakan energi matahari, dilengkapi dengan pendingin ruangan, dan mampu mengangkut 40 orang. Bus ini tidak memiliki panel surya pada atapnya, tetapi bus ini mendapatkan energi listrik dari stasiun bus pusat di Adelaide. Negara Cina juga telah mengembangkan bus surya ini, bus surya ini diterapkan di kota Qiqihar, dan mulai beroperasi pada bulan Juli 2012. Bus ini mendapatkan energi dari baterai lithium-ion (Li-ion) yang dapat diisi ulang menggunakan panel surya yang ada pada atap bus. Bus ini mampu mengangkut sebanyak 100 orang.

c. Mobil Listrik (*Electric Car*)

Mobil listrik merupakan mobil yang didorong oleh satu atau lebih motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau alat penyimpanan energi yang lain. Motor elektrik ini mampu memberikan tenaga putaran dengan cepat dan memberikan percepatan yang kuat, tetapi suaranya halus. Mobil listrik ini pertama kali dibuat pada tahun 1884 oleh seorang berkebangsaan Inggris, Thomas Parker. Mobil listrik ini baru berkembang pesat pada tahun 2008, semenjak ditemukannya teknologi pengaturan tenaga baterai dan mahalnya bahan bakar fosil. Keuntungan dari penggunaan mobil listrik ini antara lain mengurangi polusi udara, karena mobil ini tidak menghasilkan polutan dan mengurangi efek rumah kaca. Masih ingatkah kamu tentang efek rumah kaca? Coba kamu ingat kembali!

Perhatikan Gambar 10.17! Penggunaan teknologi mobil listrik secara massal masih mengalami beberapa hambatan, antara lain masih tingginya biaya produksi, minimnya infrastruktur isi ulang bahan bakar listrik, dan kekhawatiran pengemudi akan kehabisan listrik sebelum sampai di tujuan.

(a)
(b)

Sumber: (a) en.wikipedia.org, (b) www.dmv.com

Gambar 10.17 (a) Mobil Listrik Pertama Produksi Thomas Parker Tahun 1884, (b) Mobil Listrik yang Sedang Diisi Ulang

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bahwa di Indonesia juga sudah mulai dikembangkan mobil tenaga listrik yang ramah lingkungan? Pada tahun 2013 Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) telah mengembangkan purwarupa mobil listrik yang berkapasitas empat orang. Mobil tersebut sudah meraih banyak kejuaraan dunia di antaranya di Jepang dan Australia. Mobil ini dapat mencapai kecepatan 100 km/jam dan memiliki daya simpan baterai sebesar 5 KW.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.18 Mobil Listrik Produksi ITS

3. Teknologi Ramah Lingkungan Bidang Lingkungan

Pernahkah kamu berpikir tentang penerapan teknologi ramah lingkungan di lingkungan sekitar? Teknologi tersebut memiliki banyak manfaat antara lain pelestarian lingkungan, pencegah banjir, dan memperbaiki wilayah tercemar. Nah, apakah kamu tertarik mempelajari materi bagian ini? Berikut ini akan dijelaskan beberapa contoh teknologi ramah lingkungan untuk bidang lingkungan.

a. Biopori

Biopori dikenal dengan istilah teknologi lubang resapan (TLR), merupakan teknik untuk membuat wilayah resapan air hujan. Teknik biopori memiliki prinsip yang sama dengan sumur resapan. Teknik ini diterapkan dengan menyediakan area yang dibuat berlubang-lubang kecil (berpori) yang nantinya akan menyerap air hujan dan kemudian disalurkan ke dalam tempat penampungan air. Biopori sangat bermanfaat bagi pelestarian keseimbangan lingkungan. Perhatikan Gambar 10.19!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.19 Teknologi Biopori untuk Penampungan Air Hujan serta Pemanfaatannya untuk Pembuatan Kompos

Selain dapat mencegah banjir pada musim hujan, biopori juga dapat menjamin ketersediaan air pada musim kemarau. Biopori juga dapat diandalkan untuk mencegah penyebaran penyakit yang disebabkan oleh adanya genangan air, seperti demam berdarah, malaria, dan kaki gajah. Kesuburan dan kelestarian organisme tanah juga dapat terjaga dengan teknologi ini. Lubang-lubang resapan air ini sekaligus juga dapat dimanfaatkan untuk membuat kompos, yakni dengan memberikan sampah organik seperti dedaunan atau sisa makanan.

b. Fitoremediasi

Masih ingatkah kamu materi bioremediasi? Fitoremediasi merupakan salah satu bentuk bioremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Melalui fitoremediasi ini polutan (zat penyebab polusi) seperti logam berat, pestisida, minyak, dan zat

lain yang mengotori tanah, air, atau udara dapat dikurangi bahkan dihilangkan. Fitoremediasi baru berkembang pada awal tahun 1990, yaitu dimulai dari kesuksesan dalam memperbaiki daerah tercemar oleh zat radioaktif sesium (Cs), stronsium (Sr), dan uranium (U) di Chernobyl, Rusia dengan menggunakan tumbuhan bunga matahari.

Keunggulan teknologi fitoremediasi ini antara lain: ramah lingkungan, biaya operasional rendah, mudah untuk diaplikasikan, aman digunakan, tanah dapat menjadi lebih subur, dan dapat membuat kualitas lingkungan menjadi lebih baik. Contoh tumbuhan yang dapat digunakan dalam fitoremediasi adalah bunga matahari (*Helianthus annus*), sawi (*Brassica rappa*), eceng gondok (*Eichornia crassapies)*, padi (*Oryza sativa*), tembakau (*Nicotiana tobacco*), dan sansevieria (*Sansevieria trifasciata).*

(a)

(b)

(c)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.20 Tanaman (a) Bunga Matahari (*Helianthus annus*), (b) Eceng Gondok (*Eichornia crassapies*), (c) Sansevieria (*Sansevieria trifasciata*) Merupakan Tanaman untuk Fitoremediasi

c. Toilet Pengompos (*Composting Toilet*)

Composting toilet merupakan toilet kering yang menggunakan proses secara aerob untuk menghancurkan atau mendekomposisi feses yang dihasilkan manusia. Toilet pengompos dapat digunakan sebagai pengganti toilet air pada umumnya. Toilet ini biasanya ditambah dengan campuran serbuk gergaji, sabut kelapa, atau lumut tertentu untuk membantu proses aerob, menyerap air, dan mengurangi bau. Proses dekomposisi ini umumnya lebih cepat dari proses dekomposisi secara anaerob yang digunakan pada *septic tank*.

d. Pemurnian Air (*Water Purification*)

Percobaan mengenai pemurnian air pertama kali dilakukan pada abad ke-17. Sir Francis Bacon mencoba untuk mengambil garam dari air laut melalui saringan pasir. Meskipun percobaan ini belum

berhasil, percobaan ini dikenal sebagai awal dari proses pemurnian air. Pemurnian air merupakan suatu proses penghilangan zat-zat kimia, kontaminan biologis, partikel-partikel padat, dan gas-gas dari air yang terkontaminasi atau kotor. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan air yang dapat digunakan untuk keperluan tertentu. Secara umum, proses pemurnian air merupakan proses kajian fisika, kimia, dan biologi. Secara fisika, pada proses pemurnian air ada proses filtrasi atau penyaringan, sedimentasi atau pengendapan, dan distilasi atau penyulingan. Secara kimia, ada pemberian klorin (Cl_2), penyinaran dengan sinar ultraviolet (UV), dan pemberian karbon aktif. Karbon aktif, klorin, dan sinar ultraviolet dapat berperan sebagai pembunuh kuman yang ada dalam air.

1) Pemurnian Air Sederhana

Pemurnian air dapat dilakukan dengan membuat alat yang berbentuk tabung yang di dalamnya terdapat lapisan-lapisan bahan seperti pasir, kerikil, batu, arang, ijuk atau sabut kelapa, dan dapat juga ditambah dengan kapas atau kain katun. Pada penjernihan air dilakukan proses penyaringan kotoran padat yang larut dalam air dengan pasir, kerikil, dan ijuk atau sabut kelapa. Air yang tersaring kotorannya akan melewati arang yang dapat mengurangi kuman-kuman dalam air. Air kotor dapat dituangkan ke dalam tabung melalui bagian atas tabung, selanjutnya air mengalir pada bagian bawah tabung karena adanya gaya gravitasi atau dibantu dengan tekanan dari luar. Selama mengalir ke bagian bawah tabung, air akan mengalami proses penyaringan sehingga pada bagian bawah dapat diperoleh air bersih. Agar lebih memahami teknologi sederhana pemurnian air, ayo kita lakukan Aktivitas 10.2.

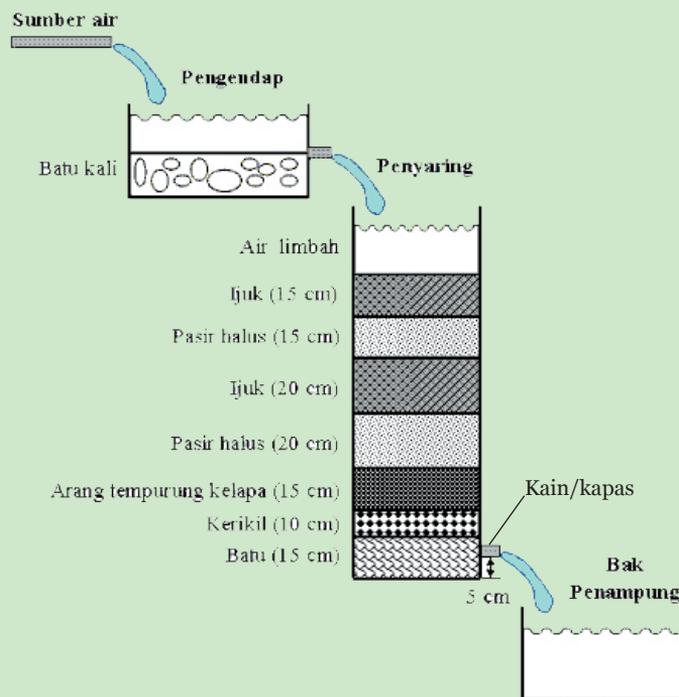
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.2 Membuat Alat Pemurnian Air Sederhana

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah botol air minum ukuran besar (1 liter atau lebih)
2. 2 gelas pasir
3. 2 gelas kerikil

4. 1 gelas batu
5. Arang
6. Ijuk atau sabut kelapa
7. Kapas/kain
8. Tongkat bambu
9. Kawat
10. Baskom/wadah air
11. Karet gelang/tali
12. Air kotor

Perhatikan Gambar 10.21 untuk membuat alat pemurnian air sederhana.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.21 Skema Teknologi Pemurnian Air Sederhana

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Potonglah satu botol air mineral seperti pada Gambar 10.21.
2. Buatlah lapisan-lapisan bahan penyaring dengan cara memasukkan bahan-bahan ke dalam botol dengan urutan: batu→ kerikil→ arang tempurung kelapa→pasir halus→ijuk→pasir halus→ijuk. Agar lebih jelas coba perhatikan kembali Gambar 10.21!

3. Kamu dapat mengganti urutan-urutan lapisan bahan sesuai dengan kesepakatan kelompok.
4. Catatlah urutan-urutan lapisan yang kamu buat jika memang berbeda dengan petunjuk.
5. Pasang kapas atau kain pada bagian ujung botol, lalu ikat dengan karet atau tali.
6. Letakkan botol pada suatu penyangga.
7. Tuangkan air kotor ke alat yang sudah kamu siapkan. Amati air yang keluar dari alat tersebut.
8. Bandingkan kejernihan air yang keluar dengan air yang masuk.
9. Catatlah juga kecepatan dalam proses penyaringan. Kecepatan proses penyaringan dapat dihitung dengan membandingkan volume air yang tertampung dengan waktu tertentu (misalnya dalam waktu 15 menit).
10. Bandingkan kualitas air hasil saringan kelompokmu dengan kelompok yang lain.

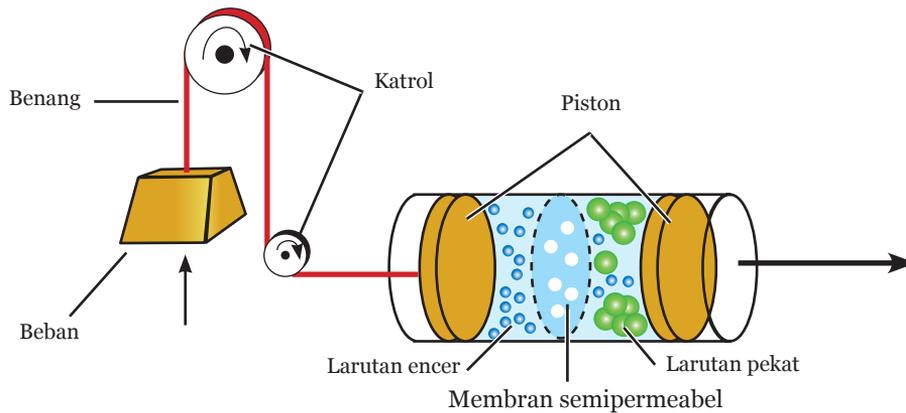
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana keadaan air pada saat dimasukkan ke dalam alat yang kamu buat dan pada saat ke luar dari alat tersebut? Coba kamu bandingkan! Gunakan data hasil pengamatan untuk memeroleh jawabannya!
2. Apakah kualitas air hasil kelompokmu berbeda dengan kelompok yang lain? Mengapa demikian?
3. Setelah membandingkan hasil percobaan kelompokmu dengan hasil percobaan kelompok lain, bagaimanakah hubungan kecepatan pemurnian air dengan kejernihan air yang dihasilkan?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

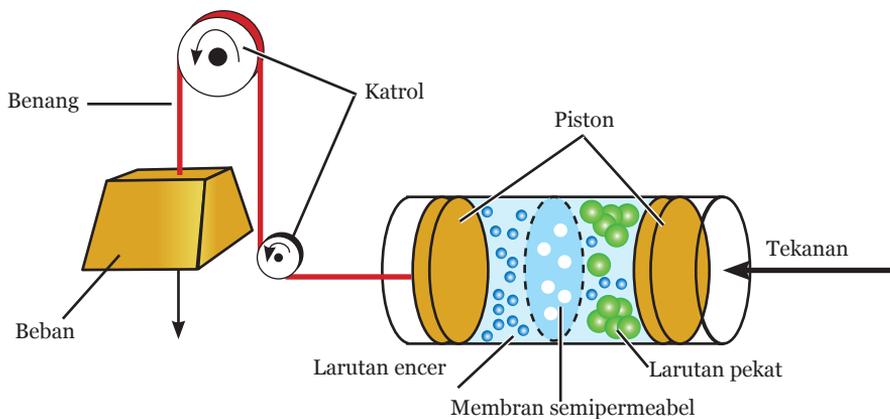
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

2) Teknologi Osmosis Balik

Osmosis balik merupakan teknologi pemurnian air yang menggunakan prinsip kebalikan dengan prinsip osmosis. Osmosis balik menggunakan prinsip tekanan untuk mengatasi tekanan osmotik yang terjadi secara alami. Masih ingatkah kamu tentang konsep osmosis? Untuk mengingat kembali perhatikan Gambar 10.22 berikut!

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 10.22 Set Percobaan Osmosis

Pada Gambar 10.22 terdapat sebuah tabung yang berisi larutan garam dan diberi sebuah pemisah membran semipermeabel. Membran semipermeabel adalah suatu membran yang hanya dapat dilewati oleh molekul tertentu, tetapi tidak dapat dilalui oleh zat lainnya. Contoh zat yang dapat melalui membran semipermeabel adalah air. Pada proses osmosis, pelarut (misalnya air) secara alami berpindah dari daerah yang memiliki konsentrasi zat terlarut (misalnya garam) rendah (encer) melalui suatu membran menuju daerah yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi (pekat). Pergerakan alami pelarut ini bertujuan untuk menyamakan konsentrasi zat terlarut pada kedua sisi bagian membran.

Perhatikan mekanisme osmosis balik pada Gambar 10.23 berikut! Pada osmosis balik, pelarut seperti air akan bergerak dari larutan yang pekat ke larutan yang encer.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.23 Set Percobaan Osmosis Balik

Hal tersebut dapat terjadi karena adanya tekanan dari luar sehingga dapat membalik arah aliran secara alami. Adanya tekanan dari luar akan menyebabkan air dari larutan yang pekat mengalir ke arah larutan encer, sehingga dapat dihasilkan air yang tidak mengandung garam. Teknologi osmosis balik ini diterapkan dalam pembuatan air minum dari air laut, yakni dengan menghilangkan garam dan zat-zat lain yang tercampur dengan molekul air. Tahukah kamu di Indonesia pun sudah menerapkan teknologi ini? Di antaranya di daerah Bali dan Aceh.

Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 10.24 Teknologi Osmosis Balik Skala Industri

4. Teknologi Ramah Lingkungan Bidang Industri

Sebelumnya kamu sudah mempelajari berbagai contoh teknologi ramah lingkungan pada beberapa bidang. Apakah di bidang industri ada contoh teknologi yang ramah lingkungan? Agar kamu memahaminya pelajarilah materi berikut ini dengan semangat!

a) *Biopulping*

Biopulping adalah teknologi ramah lingkungan yang terinspirasi dari proses pelapukan kayu dan sampah tanaman oleh mikroorganisme. Proses pelapukan dilakukan secara alami oleh beberapa jenis mikrob dan jamur, sehingga sampah dari pohon-pohon yang telah mati akan kembali diserap oleh alam secara alami. Saat ini kendala besar yang dihadapi oleh para pemilik industri berbahan baku kayu seperti pabrik kertas adalah proses pengolahan limbah yang mengandung zat kayu (lignin) yang membutuhkan proses lama dan berbahaya terhadap kelestarian lingkungan sekitar. Biasanya limbah dari pabrik kertas akan diuraikan dengan menggunakan bahan kimia seperti soda api, sulfit, dan garam sulfida. Bahan kimia ini akan memberikan efek negatif jika digunakan secara terus menerus.

Terinspirasi dari kemampuan mikrob dalam proses pelapukan kayu, para ahli saat ini mulai mengembangkan proses pengolahan limbah dengan menggunakan mikroorganisme yang mampu menguraikan

lignin secara alami yang banyak ditemui secara bebas di alam. Contoh mikroorganisme yang digunakan yaitu dari jenis kapang (jamur) *Phlebia subserialis* dan *Ceriporiopsis subvermispora*. Perhatikan Gambar 10.25!

(a)

(b)

Sumber: (a) www.esf.edu, (b) photos.uc.wisc.edu

Gambar 10.25 Penggunaan Mikroorganisme untuk Menguraikan Kayu secara Alami pada Teknologi *Biopulping*

C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian

Ayo, Kita Pelajari

- Perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari

Istilah Penting

- Kendaraan *hybrid*
- LED (*light emitting diode*)

Mengapa Penting?

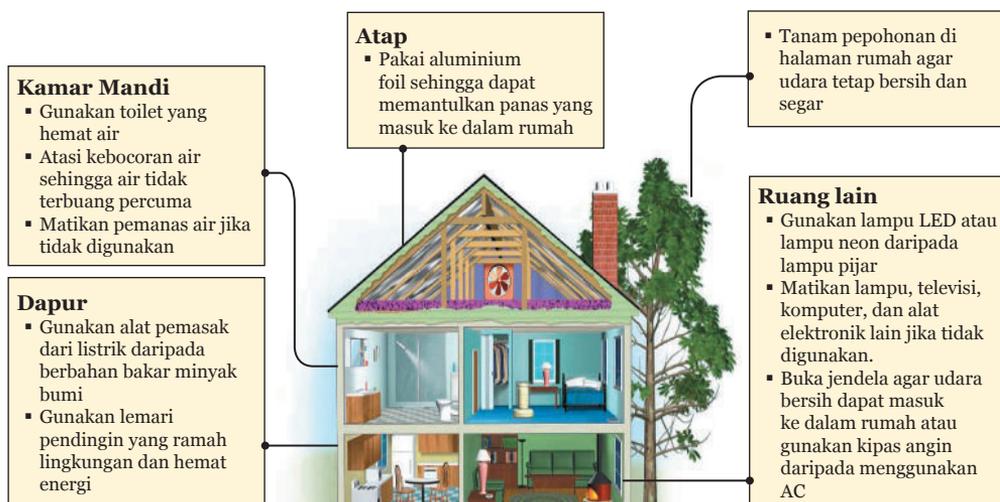
Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami pentingnya menerapkan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari, sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan.

Coba perhatikan lingkungan sekitarmu, pernahkah kamu merasakan bahwa semakin hari semakin banyak kendaraan bermotor di sekitarmu? Jumlah kendaraan bermotor semakin bertambah karena semakin banyaknya penduduk yang membutuhkan alat transportasi terutama di daerah perkotaan. Pernahkah kamu berpikir apa akibat dari banyaknya kendaraan bermotor ini?

Semakin banyak kendaraan bermotor dapat mengakibatkan polusi udara meningkat. Polusi udara tentu sangat mengganggu kesehatan kita dan kelestarian lingkungan. Coba kamu ingat kembali tentang dampak pencemaran udara! Begitu banyak dampak polusi udara bagi

kehidupan manusia dan lingkungan alam. Oleh karena itu, mulai saat ini kita harus berupaya untuk mengurangi polusi.

Penggunaan kendaraan yang ramah lingkungan merupakan salah satu upaya dalam pelestarian lingkungan. Para ahli di bidang otomotif juga mulai memproduksi kendaraan *hybrid*. Bahan bakar kendaraan *hybrid* selain menggunakan BBM juga menggunakan energi listrik dari cahaya matahari seperti yang telah kamu pelajari pada uraian sebelumnya. Selain dengan menggunakan kendaraan yang ramah lingkungan, masih banyak perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebagai berikut.

1. Membudayakan penggunaan sepeda atau berjalan kaki untuk kegiatan sehari-hari. Selain menghemat BBM, penggunaan sepeda dan berjalan kaki juga dapat mengurangi polusi udara dan menyehatkan.
2. Mematikan kendaraan jika sedang tidak digunakan dan jangan terlalu lama menyalakan kendaraan ketika akan digunakan.
3. Mematikan lampu saat tidur dan saat siang hari. Oleh karena itu, saat membangun atau merenovasi rumah, sebaiknya membuat rumah dengan banyak jendela sehingga cahaya matahari dapat masuk ke dalam rumah.
4. Jika menggunakan pompa air listrik untuk mengalirkan air, penuhilah bak mandi dan tempat penampungan air dalam sekali waktu.

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 10.26 Rancangan Rumah yang Hemat Energi

5. Membuat jadwal mencuci dan menyetrika pakaian secara teratur, misal dua kali seminggu untuk seluruh pakaian yang kotor.
6. Jika menggunakan kendaraan, sebaiknya berangkat lebih pagi agar terhindar dari kemacetan. Kemacetan di jalan membuat kendaraan membuang bahan bakar secara percuma.
7. Memilih peralatan rumah tangga yang hemat energi. Misalnya mengganti lampu pijar yang menghasilkan warna kuning dengan lampu neon yang menghasilkan warna putih atau lampu LED (*light emitting diode*) yang dapat bertahan hingga 15 tahun.
8. Jangan buang kertas-kertas bekas begitu saja, tanamkan dalam diri bahwa setiap menggunakan sebuah kertas, berarti kita telah menebang sebuah pohon.
9. Menggunakan air secukupnya saat mandi dan mencuci.

Ayo, Kita Selesaikan

Selain perilaku hemat energi yang telah dipaparkan di atas, apakah yang dapat kamu terapkan dalam kehidupan sehari-hari agar dapat menghemat energi? Tuliskan pada tabel berikut!

Tabel 10.1 Daftar Perilaku Hemat Energi

No	Perilaku Hemat Energi	Kendala/Kekurangan dalam Pelaksanaan

Diskusikan di kelas perilaku hemat energi yang dapat diterapkan bersama-sama.

D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan

Ayo, Kita Pelajari

- Pengolaham minyak bumi
- Pengolahan batu bara

Istilah Penting

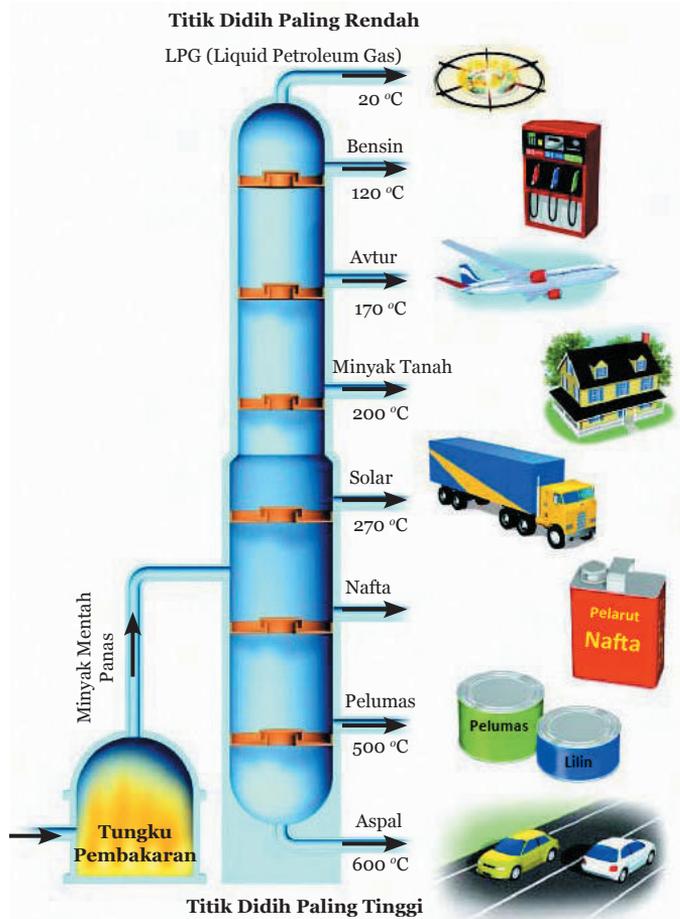
- Minyak bumi
- *Heavy crude oil*
- *Light crude oil*
- Batu bara

Mengapa Penting?

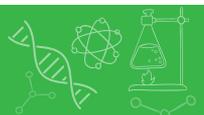
Membantu kamu memahami beberapa contoh teknologi yang tidak ramah lingkungan serta dampaknya terhadap lingkungan. Dengan demikian, kamu dapat berupaya mengurangi penggunaan teknologi yang tidak ramah lingkungan

Setelah kamu mempelajari tentang teknologi ramah lingkungan, masih ingatkah kamu apa saja prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan? Apabila suatu teknologi tidak sesuai dengan prinsip-prinsip tersebut, berarti penerapan teknologi itu termasuk teknologi tidak ramah lingkungan. Beberapa prinsip teknologi tidak ramah lingkungan di antaranya adalah teknologi tersebut menghasilkan sisa atau limbah yang dapat membahayakan lingkungan, dan sumber energi yang digunakan adalah sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Selain itu, penerapan teknologi tidak ramah lingkungan ini kurang memperhatikan kelestarian lingkungan. Agar kamu lebih memahami beberapa contoh teknologi tidak ramah lingkungan, ayo pelajari bagian berikut ini dengan saksama.

1. Pengolahan Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan komoditas yang sangat penting karena memiliki banyak manfaat. Minyak bumi dapat diolah untuk digunakan sebagai bahan baku aspal, pelumas, nafta, solar, minyak tanah, avtur, bensin, dan LPG. Perhatikan Gambar 10.27!

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 10.27 Penyulingan (Distilasi) Minyak Bumi

Gambar 10.27 merupakan proses penyulingan minyak bumi. Sebelum diolah, minyak bumi merupakan cairan berwarna hitam, lengket, serta mengandung berbagai senyawa hidrokarbon yang dapat terbakar, sulfur, oksigen, dan nitrogen. Minyak bumi terbentuk dari makhluk hidup yang telah mati jutaan tahun yang lalu dan terjebak dalam suatu ruangan yang tertutupi oleh bebatuan di dalam tanah atau di dasar laut, minyak bumi yang demikian disebut dengan *"light crude oil"*. Untuk mengambil minyak bumi tersebut kita harus mengebor ke dalam ruangan yang berisi minyak tersebut, lalu memompanya keluar. Setelah dipompa keluar, minyak disalurkan melalui pipa, truk, atau kapal minyak menuju kilang minyak. Dalam kilang minyak, dilakukan penyulingan (distilasi) minyak bumi. Dalam proses penyulingan, minyak bumi dipanaskan untuk memisahkan komponen-komponen penyusun minyak bumi berdasarkan titik didihnya.

Minyak bumi juga ada yang terkandung dalam bebatuan atau pasir minyak. Minyak bumi yang demikian disebut dengan "*heavy crude oil*". Minyak bumi jenis ini banyak terdapat di Kanada. Perhatikan Gambar 10.28!

(a)

(b)

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 10.28 Tambang Pasir Minyak di Kanada

Eksploitasi minyak bumi tersebut memiliki banyak dampak negatif terhadap tanah, udara, air, makhluk hidup, dan iklim. Sebelum dilakukan penambangan minyak bumi ini, hutan terlebih dahulu ditebang dan aliran air dikeringkan. Selanjutnya, timbunan tanah berpasir, bebatuan, dan tanah lempung diambil sehingga bebatuan dan pasir minyak dapat terlihat. Bebatuan dan pasir minyak tersebut digali dengan bantuan alat berat, lalu dibawa menggunakan truk besar menuju tempat pemrosesan selanjutnya. Bebatuan dan pasir minyak dicampur dengan air panas untuk diambil kandungan minyaknya yang selanjutnya diolah di kilang minyak.

Penambangan minyak bumi jenis ini menghasilkan polusi udara berupa debu, uap, asap, dan bau yang menyelimuti daerah tambang. Selain itu, penambangan ini menghasilkan emisi gas rumah kaca tiga hingga lima kali lebih besar daripada tambang minyak bumi pada umumnya. Penambangan minyak bumi ini menggunakan air dalam jumlah yang sangat besar hingga membentuk kubangan seperti danau yang berisi air limbah dan kotoran yang beracun. Setiap tahun, banyak burung yang bermigrasi dan mencoba untuk meminum air ini mengalami kematian

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 10.29 Burung yang Terkena Limbah Minyak

(Gambar 10.29). Tanggul dari danau ini berpotensi untuk bocor dan hancur sehingga dapat menyebabkan melubernya lumpur beracun ke daratan di dekatnya dan ke dalam aliran sungai. Penambangan minyak ini sangatlah tidak efektif, kotor, dan merusak lingkungan.

Ayo, Kita Diskusikan

1. Apakah produksi minyak dari bebatuan dan pasir minyak "*heavy crude oil*" perlu untuk terus dilakukan? Jelaskan! Jika tidak, bagaimana alternatifnya?
2. Apakah manfaat dari produksi minyak dari bebatuan dan pasir minyak *"heavy crude oil"* seimbang dengan kerusakan yang diakibatkan? Jelaskan!

2. Pengolahan Batu Bara

Batu bara merupakan bahan bakar fosil berbentuk padat yang terbentuk dari beberapa tahapan dan berasal dari tanaman yang terkubur 300-400 juta tahun lalu, kemudian terpapar panas yang tinggi dan tekanan selama jutaan tahun. Dari dulu, batu bara telah digunakan secara luas untuk menghasilkan panas dan listrik. Saat ini ada banyak pembangkit listrik yang menggunakan batu bara untuk menghasilkan listrik, termasuk di Indonesia (Gambar 10.31). Di dunia industri, batu bara juga digunakan sebagai sumber energi dalam membuat baja, semen, atau produk lain. Cina, Amerika Serikat, dan India merupakan tiga negara terbesar dalam pembakaran batu bara. Cina merupakan negara yang menjadi penyumbang emisi CO_2 dan SO_2 terbesar di dunia akibat pembakaran batu bara. Gas-gas tersebut merupakan salah satu komponen penyebab hujan asam dan menyebabkan penyakit pada manusia. Perhatikan Gambar 10.32!

www.wyomingmining.com
Gambar 10.30 Batu Bara

Batu bara merupakan bahan bakar yang paling kotor di antara bahan bakar yang lain. Bahkan sebelum batu bara dibakar, proses

produksi batu bara, sehingga siap digunakan pun telah merusak tanah dan mencemari air dan udara. Di dalam batu bara terkandung banyak karbon dan sulfur. Ketika dibakar sulfur akan dilepas dalam bentuk gas belerang dioksida (SO_2). Pembakaran batu bara juga menghasilkan partikel karbon hitam dalam jumlah yang sangat banyak. Partikel-partikel ini dapat masuk ke dalam paru-paru dan menyebabkan penyakit pernapasan. Permasalahan lain akibat pembakaran batu bara yaitu adanya emisi zat radioaktif. Pembangkit listrik yang menggunakan batu bara sebagai sumber energi menghasilkan zat radioaktif 100 kali lebih banyak daripada pembangkit listrik tenaga nuklir. Limbah padat batu bara juga harus disimpan dalam tempat yang aman karena bersifat racun.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.31 Pembangkit Listrik dengan Bahan Bakar Batu Bara di Indonesia

Sumber: (theguardian.com), (b) thehindu.com

Gambar 10.32 (a) Industri Baja di Cina, (b) Polusi Udara Akibat Penggunaan Batu Bara sebagai Bahan Bakar Industri di Cina

Ayo, Kita Pikirkan!

Cadangan batu bara di Indonesia sangat melimpah. Di Indonesia banyak pembangkit listrik yang membakar batu bara untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi listrik. Menurut pendapatmu, apa yang terjadi jika hal ini terus dilakukan dan apa dampaknya bagi lingkungan alam? Jelaskan jawabanmu!

Ayo, Kita Renungkan

Tahukah kamu bahwa di negara kita tercinta Indonesia semua sumber daya alam, baik yang dapat diperbarui seperti cahaya matahari, geotermal, angin, gelombang pasang, dan tenaga air dari aliran sungai, maupun yang tidak dapat diperbarui seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi sangat melimpah. Namun, semua sumber daya tersebut belum dimaksimalkan untuk kesejahteraan bangsa Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah bangsa Indonesia belum mampu menciptakan teknologi untuk mengolah sumber daya alam dengan teknologi yang tepat. Oleh karena itu, ayo kita sebagai generasi penerus bangsa belajar dengan sungguh-sungguh agar dapat mengembangkan teknologi ini, sehingga kesejahteraan bangsa Indonesia dapat meningkat!

Setelah kamu mempelajari tentang teknologi ramah lingkungan ini, kamu tentunya memeroleh wawasan baru tentang berbagai sumber energi ramah lingkungan, dan tentunya juga mulai menyadari pentingnya energi dalam kehidupan sehari-hari. Nah, sebagai siswa yang peduli dengan lingkungan apakah kamu sudah memulai perilaku hemat energi dalam keseharianmu? Coba jawablah beberapa pertanyaan berikut ini dengan jujur!

Tabel 10.2 Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi Terkait Teknologi Ramah Lingkungan

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Jika jarak rumah saya tidak terlalu jauh dari sekolah, saya lebih senang pergi ke sekolah dengan naik sepeda daripada diantar dengan sepeda motor.		
2	Saya akan mematikan lampu di salah satu ruangan rumah ketika ruangan tersebut tidak dipakai dengan penuh kesadaran.		
3	Ketika mandi dan mencuci pakaian saya menggunakan air secukupnya.		
4	Saya lebih senang mendapatkan udara yang sejuk di dalam rumah melalui banyak jendela yang terbuka daripada menggunakan AC atau kipas angin.		

No	Pernyataan	Ya	Tidak
5	Setelah mempelajari materi ini, saya termotivasi untuk belajar lebih giat agar dapat mengembangkan teknologi ramah lingkungan.		

Coba kamu hitung, total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban "ya" mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban "tidak" mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut:

Skor 0 - 3 : berarti kamu belum mengaplikasikan materi teknologi ramah lingkungan yang telah dipelajari dalam keseharian.

Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang mengaplikasikan materi teknologi ramah lingkungan yang telah dipelajari dalam keseharian.

Skor 7 - 10 : berarti kamu sudah mengaplikasikan materi teknologi ramah lingkungan yang telah dipelajari dalam keseharian.

Untuk kamu yang masih belum atau kurang mengaplikasikan materi teknologi ramah lingkungan yang telah dipelajari, sebaiknya kamu terus berusaha untuk mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari dan lebih peduli terhadap lingkungan.

Info Tokoh

973-1048 M

Al-Biruni

Berhasil mendeskripsikan lebih dari 100 mineral serta nilai ekonomisnya. Al-Biruni juga telah meletakkan dasar-dasar keilmuan yang berhubungan dengan lingkungan fisik bumi termasuk ilmu pertambangan seperti cara penambangan emas di kedalaman air.

1561-1626 M

Sir Francis Bacon

Memulai eksperimen ilmiah mengenai filtrasi air. Dia percaya bahwa air laut dapat dipisahkan dari senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya seperti garam melalui “*sand filter*”. Percobaan inilah yang menjadi dasar perkembangan teknologi pemurnian air.

1752 -1828 M

François Isaac de Rivaz

Imuwan pertama yang menemukan mesin pembakaran internal yang berbahan bakar campuran oksigen dan hidrogen. Gas hidrogen digunakan untuk menjalankan mobil dengan cara mengelektrolisis air.

1843- 1985

Thomas Parker

Insinyur berkebangsaan Inggris yang membuat mobil listrik tingkat industri pertama kali. Mobil listrik rancangannya menggunakan baterai yang dirancang sendiri. Baterai khusus yang masih menggunakan timbal dan asam ini berkapasitas tinggi yang dapat diisi ulang.

1865-1939 M

Piero Ginori Conti

Ilmuwan Italia yang berhasil memanfaatkan energi geotermal untuk menggerakkan generator kecil sehingga mampu menghasilkan listrik untuk menyalakan beberapa lampu. Temuan ini mendorong penemuan lain untuk memanfaatkan energi panas bumi.

1898 –1987 M

Russell Shoemaker Ohl

Ilmuwan pertama yang membuat paten peranti sel surya modern berbasis silikon. Hasil temuan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan sel surya yang memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi.

Rangkuman

1. Berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan, teknologi dapat dibagi menjadi dua, yaitu teknologi ramah lingkungan dan teknologi tidak ramah lingkungan.
2. Teknologi ramah lingkungan merupakan bentuk aplikasi teknologi dengan tujuan memberi kemudahan bagi aktivitas dan pemenuhan kebutuhan manusia dengan memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Beberapa prinsip teknologi ini di antaranya adalah tidak menghasilkan limbah yang berbahaya dan menggunakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui.
3. Teknologi ramah lingkungan dapat diaplikasikan pada beberapa bidang kehidupan di antaranya bidang energi, lingkungan, industri, dan transportasi.
4. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi antara lain teknologi *biofuel*, biogas, sel surya, dan pembangkit listrik tenaga air, tenaga pasang surut air laut, tenaga angin, geotermal, *hydrogen power,* dan *fuel cell*.
5. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang lingkungan adalah biopori, fitoremediasi, teknologi toilet pengompos, dan teknologi pemurnian air.
6. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang transportasi, misalnya kendaraan hidrogen, bus surya, dan mobil listrik
7. Contoh teknologi ramah lingkungan di bidang industri adalah *biopulping*.
8. Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi atau batu bara.

Teknologi Ramah Lingkungan

- memiliki → Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan
  - Memperhatikan pelestarian lingkungan
  - Menggunakan sumberdaya yang dapat diperbarui
  - Tidak menghasilkan limbah berbahaya
  - jika tidak memiliki prinsip tersebut akan menjadi → Teknologi Tidak Ramah Lingkungan
    - contoh: Teknologi Pengolahan Minyak Bumi
    - contoh: Teknologi Pengolahan Batu bara
- contoh → Aplikasi di Berbagai Bidang
  - mendorong → Perilaku Hemat Energi
  - Bidang Energi (contoh): *Biofuel*, Biogas, Sel Surya, Tenaga Hidrogen, Tenaga Pasang Surut, Tenaga angin, Geotermal, Tenaga air
  - Bidang Transportasi (contoh): Mobil Listrik, Bus Surya, Kendaraan Hidrogen
    - Sel Surya digunakan pada Bus Surya; Tenaga Hidrogen → Kendaraan Hidrogen
  - Bidang Industri (contoh): *Biopulping* → Menggunakan Makhluk Hidup → dimanfaatkan untuk → Pertanian Organik
  - Bidang lingkungan (contoh): Biopori, Bioremediasi, *Composting Toilet*, Pemurnian Air

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Sumber energi yang paling aman bagi lingkungan adalah ....
   A. nuklir
   B. batu bara
   C. matahari
   D. minyak bumi
2. Minyak mentah dapat diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar seperti bensin, avtur, kerosin, serta aspal. Prinsip dasar dalam pengolahan minyak mentah tersebut adalah ....
   A. penyaringan berdasarkan ukuran molekul
   B. penyaringan berdasarkan berat jenis molekul
   C. pemanasan dan pemisahan berdasarkan titik didih
   D. pemisahan berdasar kelarutannya pada pelarut tertentu
3. Pembakaran batu bara sebagai sumber energi dapat menimbulkan beberapa dampak negatif. Berikut ini yang merupakan dampak negatif pembakaran batu bara adalah ....
   A. menyebabkan polusi udara
   B. menghasilkan zat radioaktif
   C. menghasilkan natrium klorida
   D. menyebabkan pencemaran tanah
4. Bentuk aplikasi teknologi yang memberikan kemudahan bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya, namun tetap menjaga kelestarian lingkungan baik sekarang maupun yang akan datang merupakan pengertian dari ....
   A. bioteknologi
   B. bioremediasi
   C. teknologi modern
   D. teknologi ramah lingkungan
5. Berikut ini yang bukan merupakan prinsip-prinsip teknologi yang tetap menjaga kelestarian lingkungan adalah ....
   A. menjaga keberlangsungan lingkungan di masa depan
   B. memperhatikan kesimbangan lingkungan, sosial, dan ekonomi

C. menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui
D. menggunakan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang

6. Contoh aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
   A. *biofuel*
   B. geotermal
   C. panel surya
   D. osmosis balik

7. Teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui berupa tumbuh-tumbuhan disebut ....
   A. *biofuel*
   B. biogas
   C. *fuel cell*
   D. biopori

8. Keunggulan dari penggunaan panel surya untuk menghasilkan energi listrik adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
   A. tidak menghasilkan gas SO_2
   B. mudah dipasang dan dikembangkan
   C. tidak menghasilkan emisi rumah kaca
   D. menghasilkan listrik meskipun di malam hari

9. Teknologi yang memanfaatkan panas yang ada dalam lapisan dalam bumi untuk digunakan dalam penyediaan energi listrik dilakukan dengan ....
   A. geologi
   B. *geopower*
   C. geotermal
   D. geoelektrik

10. Kendaraan-kendaraan berikut yang paling ramah lingkungan adalah ....
   A. bus dengan mesin diesel
   B. bus dengan mesin motor listrik
   C. pesawat dengan bahan bakar avtur
   D. motor dengan bahan bakar minyak bumi

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Biopori dapat dibuat di sekitar rumah kita. Jelaskan manfaat biopori bagi lingkungan!
2. Kegiatan apa saja yang dapat kamu lakukan untuk menghemat penggunaan energi? Berikan contohnya dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebagai generasi penerus bangsa Indonesia, menurutmu teknologi manakah yang lebih baik dikembangkan antara teknologi pengolahan minyak bumi atau batu bara dengan teknologi pengubahan energi angin atau air menjadi energi listrik? Jelaskan!
4. Bagaimana teknik pemurnian air secara sederhana? Buatlah skema alatnya dan beri penjelasan!
5. Jelaskan potensi energi alternatif di Indonesia dan berikan contohnya!

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengenal Potensi Energi Alternatif di Lingkungan Sekitar

- **Permasalahan**

Apa yang terjadi jika bahan bakar di bumi habis? Tentunya mulai sekarang kita harus memikirkan berbagai alternatif sumber energi yang lainnya. Oleh karena itu, ayo lakukan kegiatan identifikasi berbagai potensi energi alternatif di daerah sekitarmu!

- **Perencanaan**

1. Bekerjalah secara berkelompok dengan 3-4 orang temanmu.
2. Coba deskripsikan kondisi daerah tempat tinggalmu!
   a. Kondisi sumber air
   b. Kondisi angin, termasuk daerah yang berangin kencang atau tidak
   c. Sumber listrik
   d. Potensi daerah tempat tinggal misalnya adanya peternakan, perkebunan, danau, laut atau pesisir, dan sebagainya.

- **Pelaksanaan**

1. Setelah kamu mengetahui berbagai macam sumber energi alternatif, coba identifikasilah sumber energi alternatif yang tersedia di daerah tempat tinggalmu!
2. Coba analisislah kemungkinan penerapan energi alternatif tersebut di daerahmu! Untuk mempermudah isilah tabel berikut!

Tabel 10.3 Hasil Analisis Penerapan Energi Alternatif

No	Sumber Energi Alternatif	Kelebihan	Kekurangan/ Kendala Penerapannya

- **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan hal-hal berikut.

1. Produk berupa laporan hasil identifikasi potensi energi alternatif di lingkungan.
2. Presentasi hasil identifikasi yang telah kamu lakukan di depan kelas.

Daftar Pustaka

Anonim. Tanpa tahun. *Penjernihan Air dengan Media Tumbuhan*, (Online),(http://bapelkescikarang.or.id/bapelkescikarang/images/stories/KurmodTTG/Pengolahanairbersih/mi-3a%20modul%20penjernihan%20dengan%20media%20tumbuhan.pdf), diunduh pada tanggal 1 Agustus 2014.

Bhopal R. S. K. 2012. *Science Class 10*. New Delhi: Madhya Pradesh Rajya Shiksha KendraPress.

Biggs, A., Daniel, L., Ortleb, E.P.,& Rillero, P. 2004. *Glencoe Science: Life Science*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Biggs, A., Hagins, W.C., Holliday, W.G., Kapicka, C.L., Lundgren, L., MacKenzie, A.H., Rogers, W.D., Sewer, M.B., & Zike, D. 2008. *Glencoe Science: Biology*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. 2008. *Biology 8th edition*. San Francisco: Pearson Education, Inc.

Davidovits, P. 2008. *Physics in Biology and Medicine 3rd edition*. New York: Elsevier Inc.

Emalisa. Tanpa tahun. *Pola dan Arus Migrasi di Indonesia,* (Online), (http://library.usu.ac.id/download/fp/sosek-emalisa.pdf), diunduh tanggal 19 Juni 2014.

Eridiana, W. Tanpa tahun. *Migrasi,* (Online), (http://file.upi.edu/direktori/fpips/jur._pend._geografi/195505051986011-wahyu_eridiana/migrasi-1.pdf), diunduh tanggal 19 Juni 2014.

Hastuti, U. S. 2012. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi untuk Program S-2 Biologi*. Malang: UMM Press.

Hickman, C.P., Roberts, L.S., Kee, S.L., Larson, A., Anson, H.I., Eisenhour, D.J. 2008. *Integrated Principles of Zoology 14th edition*. New York: McGraw-Hill, Higher Education, Inc.

Hidayat, S. 2009. Protein Biji Kelor sebagai Bahan Aktif Penjernihan Air (*Kelor Seeds Proteins as Water Purification Agent*). *Jurnal Biospecies*. Vol. 2. No. 2.:12 –17.

Hughes, M. B. 2007. *CPO Focus on Earth Science First Edition*. New Hampshire: Delta Education LLC.

Klug, W.S., Cummings, M.R., Spencer., M.R., & Palladino, M.A. 2012. *Concepts of Genetics 10th edition*. San Francisco: Pearson Education, Inc.

Kuncowati. 2010. Pengaruh Pencemaran Minyak di Laut terhadap Ekosistem Laut. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*. Vol.1(1): 18–22

Longenbaker. 2011. *Mader's Understanding Human Anatomy and Physiology 7th edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Marno. 2008. *Tekstur Tanah*, (Online), (http://marno.lecture.ub.ac.id/files/2014/03/dasar-ilmu-tanah-tekstur-tanah-konsep.pptx), diunduh pada tanggal 25 Agustus 2014.

Miller, G. Tyler & Spoolman, S. 2012. *Living in the Environment 17th edition*. Belmont, California: Brooks/Cole, Cengage Learning.

Nelson, P. 2002. *Biological Physics:Energy, Information, Life*, (Online), (www.physics.upenn.edu/pcn/), diunduh pada tanggal 11 Juli 2014.

Reece, J.B., Taylor, M. R., Simon, E.J., Dickey J.L, & Campbell, N.A. 2012. *Campbell Biology Concepts & Connections 7th edition*. San Francisco: Pearson Education, Inc.

Rochintaniawati, D. Tanpa tahun. *Penjernihan Air dengan Biji Kelor*, (Online),(http://file.upi.edu/direktori/fpmipa/jur._pend._biologi/diana_rochintaniawati/biology_terapan/penjernihan_air.pdf), diunduh tanggal 1 Agustus 2014.

Setiawan. Tanpa tahun. *Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Hidup*, (Online), (http://file.upi.edu/direktori/fpips/jur._pend._geografi/197106041999031-iwan_setiawan/pencemaran_dan_kerusakan_lingkungan.pdf), diunduh pada tanggal 11 Juli 2014.

Shier, D., Butler, J., & Lewis, R. 2009. *Hole's Essentials of Human Anatomy & Physiology 11th edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Tanny, E. 2010. *Pengertian Tanah*, (Online), (http://eprints.undip.ac.id/34607/5/2075_chapter_II.pdf), diunduh tanggal 21 Juli 2014.

Tim Badan Pusat Statistik. 2010. *Hasil Sensus Penduduk 2010 Data Agregat per Provinsi,* (Online), (http://www.bps.go.id/65tahun/SP2010_agregat_data_perProvinsi.pdf), diunduh tanggal 19 Juni 2014.

Trefil, J & Hazen, R. 2010. *The Sciences an Integrated Approach 6th edition*. New York John Wiley & Sons, Inc.

Underwood, M.A., Gilber, W.M., & Sherman, M.P. 2005. Amniotic Fluid: Not Just Fetal Urine Anymore. *Journal of Perinatology*. Vol.25: 341–348.

Wetter, L. R. & Constabel, F. (Eds). 1982. *Metode Kultur Jaringan Tanaman (Edisi 2).* Terjemahan Widianto, M. 1991. Bandung: Penerbit ITB.

Whitten, K., Davis, R., Peck, M.L., & Stanley, G. 2010. *Chemistry 9th edition*. Belmont, California: Brooks/Cole, Cengage Learning.

Glosarium

A

AC (*alternating current*) Arus listrik bolak-balik

Anion Ion yang bermuatan negatif seperti ion Cl^-

Antibiotik Senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, khususnya bakteri

Antibodi monoklonal Antibodi yang spesifik untuk satu jenis antigen. Antibodi ini dihasilkan dari satu jenis sel limfosit B yang merupakan hasil kloning dari sel induk

Atom Partikel terkecil penyusun suatu materi. Atom tersusun atas partikel subatom yaitu proton yang memiliki muatan positif, elektron yang memiliki muatan negatif, dan neutron yang tidak bermuatan

Aurora Fenomena alam pada lapisan ionosfer yang terjadi akibat ionisasi elektron dari partikel-partikel yang menabrak atmosfer bumi

B

Batu bara Bahan bakar fosil berbentuk padat yang terbentuk dari beberapa tahapan dan berasal dari tanaman darat yang terkubur 300-400 juta tahun lalu, kemudian terpapar panas yang tinggi dan tekanan selama jutaan tahun. Batubara telah digunakan secara luas untuk menghasilkan panas dan listrik. Saat ini ada banyak pembangkit listrik yang menggunakan batu bara untuk menghasilkan listrik

Biofuel Jenis bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan-bahan organik

Biogas Jenis bahan bakar alternatif yang diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup di lingkungan tanpa oksigen)

Biomagnetik Kemampuan organisme mendeteksi medan magnet bumi karena di dalam tubuh organisme tersebut terdapat magnet

Biopori Teknik untuk membuat wilayah resapan air hujan Teknik biopori memiliki prinsip yang sama dengan sumur resapan,

tetapi teknik ini diterapkan dengan menyediakan area yang dibuat berlubang-lubang kecil (berpori) yang nantinya akan menyerap air hujan dan kemudian disalurkan ke dalam tempat penampungan air. Nama lain biopori ini adalah Teknologi Lubang Resapan (TLR)

Bioremediasi Pemanfaatan bakteri untuk mendegradasi atau menguraikan polutan yang mencemari lingkungan

Bioteknologi Penerapan prinsip-prinsip biologi, biokimia, ilmu rekayasa, serta ilmu lainnya dalam pengolahan bahan dengan memanfaatkan makhluk hidup dan komponen-komponennya untuk menghasilkan barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan manusia

Bioteknologi konvensional Bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Contoh produk bioteknologi konvensional misalnya tempe, tape, roti, keju, dan yogurt

Bioteknologi modern Bioteknologi yang dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara memanipulasi materi genetik, baik dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu

DC (*direct current*) Arus listrik searah

Deklinasi Ketidaktepatan kutub utara dan kutub selatan magnet bumi

Dekomposer Organisme tanah yang dapat melakukan dekomposisi atau menguraikan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa makhluk hidup, misalnya, daun-daun yang telah jatuh ke tanah, ranting-ranting, dan jasad hewan yang telah mati, menjadi materi organik yang lebih sederhana. Keberadaan organisme tanah sebagai dekomposer dapat dimanfaatkan untuk membuat pupuk kompos, yaitu pupuk dari bahan organik

Dekomposisi Menguraikan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa makhluk hidup

Diamagnetik Benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet

DNA fingerprinting Teknik yang dilakukan untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan pada profil pita DNA

DNA Rekombinan Teknik yang digunakan untuk memasukkan suatu gen atau mengubah DNA organisme lain

E

Elastisitas Kemampuan suatu benda untuk mempertahankan diri ketika terkena tarikan atau dorongan (gaya) dan mampu untuk kembali ke ukuran serta bentuk awal ketika gaya tersebut dihilangkan

Elektromagnet Magnet yang dibuat dengan cara meliliti besi atau baja dengan kawat penghantar yang dialiri arus DC

Emisi gas Sisa hasil pembakaran bahan bakar

Erosi tanah Berpindahnya sebagian lapisan tanah karena angin, air, atau es. Erosi sebenarnya merupakan proses alami, tetapi diperparah oleh aktivitas manusia dalam tata guna lahan yang buruk

F

Fermentasi Pembentukan alkohol dari glukosa melalui mikroorganisme dalam keadaan anaerob

Feromagnetik Benda-benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet

Fitoremediasi Penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar, baik itu senyawa organik maupun anorganik

***Fuel cell* (sel bahan bakar)** Suatu alat yang menggabungankan gas hidrogen (H_2) dan gas oksigen (O_2). Reaksi antara gas H_2 dengan O_2 menghasilkan energi panas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber listrik

G

Gaya gerak listrik Gaya yang mampu menimbulkan pergerakan arus listrik

Gaya Lorentz Gaya pada kawat berarus yang berada dalam medan magnet

Gaya magnet Gaya yang berasal dari adanya interaksi antara

kutub-kutub magnet yang ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik (elektron) pada benda

Generator Alat yang digunakan untuk mengubah energi gerak (kinetik) menjadi energi listrik

Geotermal Energi panas yang tersimpan dalam tanah, lapisan dasar bumi, dan cairan dalam kerak bumi. Energi yang tersimpan ini untuk memanaskan dan mendinginkan bangunan serta menghasilkan listrik

GPS (*Global Positioning System*) Alat untuk menginformasikan letak, kecepatan, arah, dan waktu secara akurat

Green technology Bentuk penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Teknologi tersebut bertujuan untuk memberi kemudahan dan pemenuhan keperluan manusia. Suatu teknologi dikatakan teknologi ramah lingkungan jika memenuhi syarat-syarat tertentu

Heavy crude oil Minyak bumi yang terkandung dalam bebatuan atau pasir minyak

Hifa Struktur tubuh jamur yang menyerupai benang-benang

Horizon tanah Lapisan- lapisan tanah yang memiliki gradasi warna yang berbeda. Horizon A merupakan lapisan teratas, terdiri atas campuran dari pelapukan batuan dengan berbagai tekstur, organisme hidup, dan zat organik. Horizon B merupakan lapisan yang memiliki kandungan zat organik lebih sedikit dibandingkan dengan lapisan di atasnya. Horizon C merupakan lapisan yang tersusun atas batuan, yang berperan sebagai penyedia utama material untuk tanah bagian paling atas

Hormon insulin Hormon yang dihasilkan oleh pankreas dan berfungsi untuk mengatur kadar gula dalam darah

Humus Komponen organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi (penguraian) hewan atau tumbuhan yang telah mati, daun yang gugur, ataupun feses hewan oleh bakteri dan jamur. Humus ini merupakan tanah yang subur

Hydrogen power Bahan bakar hydrogen Penggunaan secara luas hidrogen sebagai bahan bakar akan menghilangkan masalah polusi udara serta dapat mengurangi perubahan iklim karena dalam teknologi ini tidak dihasilkan CO_2

Hydropower Pembangkit tenaga air yang menggunakan energi gerak (energi kinetik) dari aliran air untuk menghasilkan listrik

I

Ikatan kimia Ikatan antara dua atom dalam suatu molekul

Ikatan kovalen Pembentukan ikatan kimia melalui penggunaan bersama elektron oleh dua atom

Induksi elektromagnetik Perubahan medan magnet dapat menghasilkan listrik. Contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari adalah pada generator, dinamo AC/DC, dan transformator

Inklinasi Medan magnet bumi membentuk sudut dengan horizontal permukaan bumi

Ion Atom atau molekul yang bermuatan akibat kekurangan atau kelebihan sejumlah elektron

K

Kation Ion yang bermuatan positif seperti ion Na^+

Kekerasan Ukuran untuk menentukan keras atau lunaknya suatu zat. Kekerasan diukur dengan skala Mohs

Kemagnetan Kemampuan suatu zat untuk dapat dipengaruhi oleh medan magnet

Kendaraan *hybrid* Kendaraan yang ramah lingkungan, merupakan salah satu upaya dalam pelestarian lingkungan. Bahan bakar kendaraan *hybrid* selain menggunakan BBM juga menggunakan energi listrik dari cahaya matahari

Kerapatan (Densitas/masa jenis) Banyaknya zat dalam satuan volume tertentu

Kereta Maglev Kereta super cepat yang menerapkan prinsip kemagnetan

Kestabilan Kemampuan suatu zat untuk mempertahankan diri dari perubahan atau dekomposisi di lingkungan alamiahnya atau ketika terkena udara, panas, cahaya, tekanan, kondisi alami

lain, atau akibat adanya reaksi alami yang dapat terjadi pada zat tersebut. Kestabilan juga dapat didefinisikan mudah tidaknya suatu zat atau bahan untuk rusak

Kloning Proses pembentukan suatu individu yang identik secara genetik, melalui proses pemisahan embrio atau penggantian inti sel

Konfigurasi elektron Susunan elektron di dalam suatu atom

Korosifitas Kemampuan suatu zat dalam mengikis logam dan membuat logam cepat berkarat

Kutub magnet Bagian ujung-ujung magnet yang memiliki medan magnet paling kuat

LED (*light emitting diode*) Lampu neon yang menghasilkan warna putih yang dapat bertahan hingga 15 tahun

Light crude oil Minyak bumi yang terbentuk dari makhluk hidup yang telah mati jutaan tahun yang lalu dan terjebak dalam suatu ruangan yang ditutupi oleh bebatuan di dalam tanah atau di dasar laut

Magnet Benda yang memiliki kemampuan dapat menarik benda lain. Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub magnet yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub magnet yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik

Magnet elementer Partikel penyusun benda magnet

Magnetosome Organel (komponen) khusus yang terdapat pada tubuh bakteri yang disebut dengan bakteri *Magnetotactic bacteria* (MTB). *Magnetotactic bacteria* merupakan kelompok bakteri yang mampu melakukan navigasi dan bermigrasi dengan memanfaatkan medan magnet

Medan magnet Daerah di sekitar magnet yang dapat mempengaruhi magnet atau benda feromagnetik

Migrasi Perpindahan tempat

Mikroorganisme Makhluk hidup yang berukuran mikroskopik

Minyak bumi Komoditas yang sangat penting karena memiliki

banyak manfaat. Minyak bumi dapat diolah untuk digunakan sebagai bahan baku aspal, pelumas, nafta, solar, minyak tanah, avtur, bensin, dan LPG

Molekul Gabungan dua atau lebih atom

Monokultur Penanaman satu jenis tumbuhan pada suatu lahan dalam jangka waktu tertentu atau sesuai dengan umur tanaman. Misalnya penanaman padi, jagung, kedelai, dan tebu

MRI *(Magnetic Resonance Imaging)* Alat kedokteran yang digunakan untuk mencitrakan kondisi organ dalam tubuh

Navigasi Sistem penunjuk arah

Nomor atom Jumlah proton untuk setiap unsur

Nomor massa Suatu atom ditentukan oleh jumlah neutron dan proton

Ocean power Pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut dan ombak

Organisme transgenik Organisme yang menggunakan bagian gen dari organisme lain di dalam tubuhnya

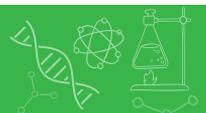
Paramagnetik Benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet

Partikel subatom Bagian yang lebih kecil dari molekul dan atom, yaitu proton, elektron, dan neutron

Plasma nutfah Materi yang membawa sifat suatu makhluk hidup

Plasmid Suatu DNA dalam bakteri yang berbentuk sirkular dan mampu melakukan duplikasi secara mandiri. Secara alami plasmid dapat ditransfer ke dalam sel lain dengan membawa gen tertentu

PLTN Pembangkit listrik tenaga nuklir merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi nuklir

Polusi gen Pencemaran keanekaragaman gen yang ada di lingkungan alami atau merusak plasma nutfah, yang berasal dari organisme transgenik yang tidak dikelola dengan baik

R

Reaktivitas Ukuran yang menunjukkan mudah tidaknya suatu zat bereaksi dengan zat lain

Reboisasi Penanaman kembali di tanah yang gundul dan tanah yang banyak dilewati arus air

Rekayasa genetika Kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara memanipulasi materi genetik, baik dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu

Rennet Kompleks enzim yang dihasilkan di dalam perut hewan ruminansia (hewan memamah biak) yang komponen penyusun utamanya adalah enzim renin atau enzim chymosin

Roentgen Alat cek kesehatan yang menggunakan sinar X

S

Sel surya (*Solar cell*) Perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan photovoltaic (PV) cell

Senyawa ion Senyawa yang terbentuk dari kation dan anion

Senyawa kovalen Senyawa-senyawa yang antaratomnya berikatan kovalen

***Shock absorber* (skok)** Peredam getaran yang umumnya ada di kendaraan bermotor

Sifat fisika Sifat zat yang dapat diamati tanpa mengubah ciri-ciri dan komposisi suatu zat

Sifat kimia Sifat yang tampak pada suatu zat ketika zat tersebut mengalami perubahan atau reaksi menjadi zat lain

Sklerometer Alat untuk mengukur kekerasan suatu zat. Kekerasan diukur dengan skala Mohs

T

Tanaman transgenik Tanaman yang susunan gennya telah dimanipulasi

Titik beku Suhu pada tekanan tertentu saat zat cair mulai berubah menjadi padat ketika suhu suatu zat cair tersebut diturunkan

Titik didih Suhu saat zat cair mulai berubah menjadi uap pada tekanan tertentu

Transformator Alat yang digunakan untuk mengubah besar tegangan listrik. Berdasarkan penggunaanya, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu trasformator *step down* dan transformator *step up*. Transformator *step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik

Tumor Sel-sel yang dapat membelah diri secara terus menerus dan tidak dapat dikendalikan. Tumor ada yang bersifat jinak dan ganas. Tumor jinak disebut tumor biasa, sedangkan tumor ganas disebut kanker

Vaksin Suatu antigen (benda asing) yang bertujuan untuk melindungi tubuh kita dari patogen-patogen yang menyebabkan penyakit, misalnya hepatitis, polio, tetanus, dan campak

Vaksinasi (Imunisasi) Suatu proses peningkatkan sistem kekebalan tubuh dengan cara memasukkan vaksin ke dalam tubuh seseorang, sehingga memiliki kekebalan terhadap penyakit tertentu yang disebabkan oleh virus atau bakteri

Viskositas (kekentalan) Ukuran kekentalan fluida (zat cair dan gas) yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida

Wind power Pembangkit lstrik tenaga angin

Indeks

N

P

T

Profil Penulis

Penulis 1

Nama Lengkap : Prof. Dr. Siti Zubaidah, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341-588077
E-mail : siti.zubaidah.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5,Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015–sekarang: Koordinator Program Studi S2-S3 Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  2. 2012–2015: Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Bidang Pendidikan (LP2M) Universitas Negeri Malang.
  3. 2004–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  4. 1993–Sekarang: Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Hama dan Penyakit Tanaman-Universitas Brawijaya Malang (2001-2004).
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998).
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1987-1992).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  3. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-4) (2014).
  4. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-2) (2014).
  5. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-3) (2013).
  6. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-1) (2013).
  7. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-2) (2012).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-1) (2011).
  9. Model-Model Pembelajaran Inovatif. (Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan) (2007).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

  Penelitian di Bidang Biologi:
  1. Uji Multilokasi Galur-galur Kedelai untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2015).
  2. Seleksi Galur-galur Kedelai Generasi F5 untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2012).

3. Karakterisasi Morfologi, Anatomi, dan Agronomi Plasma Nutfah Kedelai untuk Pembentukan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2011).
4. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun II) (2010).
5. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun I) (2009).
6. Konfirmasi CVPD Berbasis PCR pada Tanaman Jeruk Bergejala Klorosis di Poncokusumo Jawa Timur (2009).
7. Uji Kemampuan Antibiotik Dalam Upaya Eliminasi Bakteri CVPD pada Mata Tunas untuk Bahan Bibit Jeruk (2008).
8. Perbaikan Genetik Varietas Unggul Kedelai Berdaya Hasil Tinggi untuk Ketahanan terhadap CPMMV (*Cowpea mild Mottle Virus*) (2007).
9. Identifikasi Penanda Molekuler RAPD untuk Ketahanan Genotipe Plasma Nutfah Kedelai Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2006).

Penelitian di Bidang Pendidikan:

1. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2015).
2. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2014).
3. Model Pendidikan Karakter Bangsa Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2014).
4. Kajian *Grand Design* Pendidikan Menengah Kejuruan di Jawa Timur (2014).
5. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2014).
6. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2013).
7. Pembelajaran yang Memberdayakan Keterampilan Metakognitif, Pemahaman Konsep, dan Retensi pada Pembelajaran Biologi SMA di Malang untuk Menolong Siswa Berkemampuan Akademik Rendah (2012).
8. Pemberdayaan *Blended Learning* pada Perkuliahan Genetika di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (2011).
9. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Malang Raya (Kota Malang, Kabupaten Malang, Kota Batu) (2011).

■ **Informasi Lain:**

Siti Zubaidah, lahir di Malang, 02 Juni 1968. Menikah dan dikaruniai 3 anak. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Biologi dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru dan dosen dalam bidang pembelajaran dan penelitian. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang biologi dan pendidikan biologi serta pembelajarannya. Dalam bidang biologi, saat ini terlibat dalam pengembangan kedelai tahan virus. Dalam bidang pendidikan biologi, terlibat dalam pengembangan model pembelajaran dan strategi pembelajaran yang mendorong kemampuan berpikir siswa.

Penulis 2

Nama Lengkap : Dr. Susriyati Mahanal, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341-512312
E-mail : mahanals@yahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5, Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1984–sekarang:Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2010–sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2009)
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998)
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1980-1981)
  4. Sarjana Muda: Pendidikan Ilmu Hayat (1975-1978)

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Pendidikan Lingkungan Hidup sebagai Matapelajaran Muatan Lokal untuk Sekolah Dasar Kelas 1-6 (2015).
  2. Pendidikan Lingkungan Hidup untuk SMA Kelas X, Jilid 1-3 (2014).
  3. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  4. Model dan Metode Pembelajaran SMP IPA (Kerja sama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2013).
  5. Ragam Model Pembelajaran IPA Sekolah Dasar (Kerja sama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2010).
  6. Model-Model Pembelajaran Inovatif (Portofolio sebagai Assessment Otentik) (2007).
  7. Botani Tumbuhan Bertalus (2004).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan Buku Ajar Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH) sebagai Mata Pelajaran Muatan Lokal pada Jenjang Pendidikan Sekolah Dasar (2013).
  2. Strategi Pengembangan Pendidikan Karakter (*Caharacter Building*) dalam Lembaga Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2012).
  3. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Kediri, Kabupaten Kediri, dan Kabupaten Ngawi (2011).
  4. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Madiun, Kabupaten Madiun, dan Kabupaten Magetan (2011).
  5. Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Gender terhadap Metakognisi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA di Malang (2010).

6. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek pada Mata Pelajaran Biologi untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Terhadap Lingkungan Hidup Siswa SMA di Malang (2009).
7. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Deteksi Kualitas Sungai dengan Indikator Biologi untuk Memberdayakan Sikap Siswa SMA di Malang (2007).
8. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa MIJS Malang (2006).
9. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Berpikir Siswa SMA SMP dengan Setting Wilayah Pertanian Malang (2006).

■ **Informasi Lain:**

Susriyati Mahanal, lahir 10 Agustus 1956. Menikah dan dikarunia 2 orang puteri dan 1 orang putra. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Biologi dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Menjadi narasumber dalam pelbagai kegiatan dan menjadi instruktur dalam *workshop* peningkatan kualitas guru. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang pendidikan biologi dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar dan asessmen, penelitian tindakan kelas, serta pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran biologi.

Penulis 3

Nama Lengkap` : Dr. Lia Yuliati, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341 552125
E-mail : lia.yuliati.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5, Malang 65145
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA/Fisika

■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**

1. 1990–1999: Dosen di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan.
2. 1999–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Pendidikan IPA-Universitas Pendidikan Indonesia (2002-2006).
2. S2: Pendidikan IPA-IKIP Bandung (1992-1995).
3. S1: Pendidikan Fisika-IKIP Bandung (1986-1990).

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit:**

1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
2. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan keempat) (2014).

3. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan kedua) (2014).
4. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kelima) (2015).
5. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
6. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ketiga)(2013).
7. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan pertama) (2013).
8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kedua) (2012).
9. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan pertama) (2011).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

1. Kemampuan Merancang Pembelajaran Calon Guru Fisika Berdasarkan PCK dan Kerangka Kerja TPACK (2015).
2. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-2) (2014).
3. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (2013).
4. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-1) (2012).
5. Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X-8 SMA Negeri VII Malang (2012).
6. Peningkatan Kemampuan Pedagogik Calon Guru Fisika dengan Problem Based-Active Learning pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika (2011).
7. Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa SMP/MTS (2010).
8. Pengembangan Paket Bahan Ajar Mata Kuliah Pengembangan Pembelajaran IPA SD pada Program PJJ-PGSD (2009).
9. Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Mengajar Calon Guru Fisik (2008).

- **Informasi Lain:**

Lia Yuliati, lahir di Sumedang, Jawa Barat, 19 Juli 1968. Menikah dan dikarunia 1 orang puteri dan 1 orang putera. pada tahun 1990-1999 bekerja sebagai dosen di Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan, dan tahun 1999 sampai sekarang bekerja di Jurusan Fisika FMIPA dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Menjadi narasumber dalam pelbagai kegiatan dan menjadi instruktur dalam *workshop* peningkatan kualitas guru. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang pendidikan fisika dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar dan asesmen, penelitian tindakan kelas, serta pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran fisika.

Penulis 4

Nama Lengkap	: Drs. I Wayan Dasna, M.Si., M.Ed., Ph.D.
Telp Kantor/HP	: 0341 587582
E-mail	: idasna@um.ac.id
Akun Facebook	: wdasna@gmail.com
Alamat Kantor	: Jl. Semarang 5 Malang-Jawa Timur
Bidang Keahlian	: Kimia dan Pembelajaran Sains

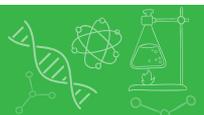
- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1988–Sekarang: Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2008–2012: Kepala Pusat Pengembangan Kurikulum, Pembelajaran dan Evaluasi, LP3, Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Chimie Inorganique–Universite de Rennes 1–Rennes France (1998 - 2001).
  2. S2: Science Education–University of Houston – Texas USA (1995 – 1996).
  3. S2: Kimia-–ITB Bandung (1990 – 1993).
  4. S1: Pendidikan Kimia–IKIP MALANG (1983 -1988).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Inovasi Pembelajaran (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  3. Penelitian Tindakan Kelas (2012).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Peningkatan Kualitas Hasil dan Proses Belajar Matakuliah Kimia Anorganik I dengan Model Pembelajaran *Jigsaw* Termodifikasi (2011).
  2. Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP (2010).
  3. Penggunaan Model Siklus Belajar-*Group Investigation* untuk Meningkatkan Kompetesi Siswa dalam Mempelajari Kimia di SMA Laboratorium Malang (2008).
  4. Penggunaan Model Pembelajaran *Learning Cycle*-Peta Konsep untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2007).
  5. Dampak Instruksional Penggunaan Model Siklus Belajar Tipe Hipotetikal-Abduktif terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kimia Siswa SMA(2007).
  6. Penggunaan Model Pembelajaran *Learning Cycle-Cooperatif Learning* untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2006).

- **Informasi Lain:**

I Wayan Dasna, lahir di Desa Abiansemal-Badung Bali tahun 1963. Menikah dan dikarunia 1 orang putra. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Kimia dan pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Menjadi narasumber

dalam pelbagai kegiatan dan menjadi instruktur dalam workshop peningkatan kualitas guru. . Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang Kimia dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar, penelitian tindakan kelas, dan pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran dan kimia anorganik.

Penulis 5

Nama Lengkap : Ardian Anjar Pangestuti, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : ardianpangestuti@gmail.com
Akun Facebook : Ardian Anjar Pangestuti
Alamat Kantor : Jl. Citandui No. 46, Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015- sekarang: Dosen IKIP Budi Utomo Malang.
  2. 2012-2014: Guru SMP Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading-Concept Map-Teams Games Tournaments* untuk Meningkatkan Minat Baca, Kemampuan Berpikir Kritis, Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X IPA 4 SMA Laboratorium UM (2014).
  2. Pengaruh Ukuran Butir terhadap Sifat Dielektrik Pasir Gali dari Srono Kabupaten Banyuwangi (2011).
  3. Penerapan Paduan Metode *Numbered Heads Together* dan *Student Teams Achievement Divisions* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas VIII A SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 6

Nama Lengkap : Dyne Rizki Puspitasari, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : dyne_pasundan@yahoo.com
Akun Facebook : -
Alamat Kantor : Jl. Simpang Bogor T7, Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2011-sekarang Guru IPA di SMP Laboratorium UM.
  2. 2011-2012: Guru Fisika di SMAN 1 Malang.

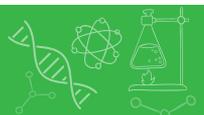
- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2012–2014).
  2. S1: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2007–2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan *Authentic Assessment* dengan *Feedback* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran IPA Kelas 8 di SMP Lab UM (2015)
  2. Pola Keterampilan Berpikir dan Penguasaan Konsep Siswa pada Strategi Pembelajaran Metakognisi Berbantuan *Thinking Map* (2014)
  3. Peningkatan Kemampuan Berpikir Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Inkuiri dengan Model Pencapaian Konsep di Kelas VIIa SMP Negeri 4 Malang (2011)

Penulis 7

Nama Lengkap : Hamim Thohari Mahfudhillah , S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : hamimtm@gmail.com
Akun Facebook : www.facebook.com/hamim.vls
Alamat Kantor : Jl. Raya Ketawang 02, Kab. Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2017-sekarang: Guru Biologi di SMK dan SMA Modern Al-Rifa'ie
  2. 2017-sekarang: Guru IPA di SMP Modern Al-Rifa'ie
  3. 2013-2015: Tentor Biologi di BMB Air-Langga

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014–2017).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010–2014).

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
1. Pedoman Pengembangan Model Kampung Organik (2016).
2. Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014).
3. Pengelolaan Sampah Berbasis 6M Modul Pendukung untuk Sekolah Adiwiyata (2013).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
1. Pengembangan Modul Program Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) Berbasis Projek dan Pengaruhnya Terhadap Sikap Peduli Lingkungan, Keterampilan Memecahkan Masalah, dan Keterampilan Berkolaborasi Siswa SMAN 1 Kepanjen (2016).
2. Pengembangan Modul sebagai Solusi Mengoptimalkan Program Kawasan Rumah Pangan Lestari, Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan, dan Keterampilan Memecahkan Masalah Siswa (2016).
3. Implementasi Model Pembelajaran *Remap Coople Teams Games Tournament* pada Matakuliah Pengantar Pendidikan untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif, Motivasi, dan Keterampilan Komunikasi Mahasiswa S1 Pendidikan Biologi (2015).
4. Pengembangan Media *Genetic Box* pada Materi Genetika Kelas XII (2014).

Penulis 8

Nama Lengkap : Alifa Robitah, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : alifarobitah@gmail.com
Akun Facebook : Alifa Robitah
Alamat Kantor : Jl. Argopuro Gg.VII, Situbondo
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

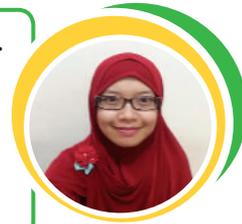
■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
1. 2015-sekarang: Dosen STKIP PGRI Situbondo (2015-sekarang).
2. 2011-2014: Guru SMA Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi Berbasis Inkuiri dan *Creative Problem Solving* (CPS) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif, Keterampilan Proses Ilmiah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X (2014).
  2. Pengembangan Perangkat Penilaian Kinerja Laboratorium (*Laboratory Performance Assesment*) Matapelajaran Biologi Kelas VIII SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 9

Nama Lengkap : Zenia Lutfi Kurniawati, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : zeniakurniawati2211@gmail.com
Akun Facebook : Jeje Zenia
Alamat Kantor : Jl. Kuaro, Samarinda, Kaltim
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  2017-sekarang: Dosen di Universitas Mulawarman.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2009-2013).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  Pengembangan Media "Nefron" pada Materi Sistem Ekskresi sebagai Media Pembelajaran Kelas XI SMA (2013).

Penulis 10

Nama Lengkap :Fatia Rosyida, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : fatiarosyida9392@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Mondokan No 1, Tuban
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  Guru di SMAN 4 Tuban (2017-sekarang)

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
1. Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map-Timed Pair Share* dan Kemampuan Akademik Berbeda terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X MIA SMA Negeri Batu (2016).
2. Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
3. Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
4. Kemampuan Bertanya dan Berpendapat Siswa SMA Negeri Batu pada Mata Pelajaran Biologi (2015).
1. Pengaruh Pembelajaran *Search Solve Create and Share* (SSCS) terhadap Motivasi, Hasil Belajar, dan Retensi Siswa Kelas X SMA (2014).

Penulis 11

Nama Lengkap :Mar'atus Sholihah, S.Pd, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0342-441597
E-mail : maratussholihah11292@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Majapahit 2-4, Blitar
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
2017-sekarang: Dosen di Universitas Islam Blitar.

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X di SMA Negeri Kota Batu (2016).
2. Memberdayakan Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) (2016).
3. *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa (2016).
4. Keterampilan Metakognitif Siswa SMA Negeri Batu pada Mata Pelajaran Biologi (2015).

5. Penerapan Model Pembelajaran *Quantum Teaching* dipadu dengan *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA di SMAN 8 Malang (2014).

Profil Penelaah

Penelaah 1

Nama Lengkap	: Dr. Ana Ratna Wulan, S.Pd., M.Pd.
Perguruan Tinggi	: Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian	: Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP	: 022-2001937
E-mail	: ana_ratna_upi@yahoo.com
Alamat Kantor	: Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Pendidikan Indonesia	Dr.	2007
2. S2: Universitas Pendidikan Indonesia	M.Pd.	2003
3. S1: Universitas Pendidikan Indonesia	S.Pd.	1998

Penelaah 2

Nama Lengkap	: Prof. Dra. Herawati Susilo, M.Sc., Ph.D.
Perguruan Tinggi	: Universitas Negeri Malang
Bidang Keahlian	: Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP	: 0341-562180/ 08123271741
E-mail	: herawati.susilo.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor	: Jl. Semarang No. 5, Kota Malang

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: University of Iowa USA	Ph.D.	1987
2. S2: University of Iowa USA	M.Sc.	1984
3. S1: IKIP Malang	Dra.	1978

Penelaah 3

Nama Lengkap : Drs. I Made Padri, S.Pd., M.Pd.
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika
Telp Kantor/HP : (022)-2004548
E-mail : fisika@upi.edu
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

No.	Pendidikan	Gelar	Tahun
1.	S3: Universitas Pendidikan Indonesia	Dr.	2007
2.	S2: Universitas Pendidikan Indonesia	M.Pd.	2003
3.	S1: Universitas Pendidikan Indonesia	S.Pd.	1998

Penelaah 4

Nama Lengkap : Dr. Dadan Rosana, S.Pd., M.Si.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA
Telp Kantor/HP : 081392859303
E-mail : danrosana@uny.ac.id
Alamat Kantor : Jl Colombo No. 1, Kec. Depok, Kota Yogyakarta

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

No.	Pendidikan	Gelar	Tahun
1.	S3: Universitas Negeri Yogyakarta	Dr.	2008
2.	S2: Institut Teknologi Bandung	M.Si.	1997
3.	S1: IKIP Bandung	S.Pd.	1992

Penelaah 5

Nama Lengkap : Dr. Enny Ratnaningsih, S.Si., M.Si.
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Bandung
Bidang Keahlian : Kimia
Telp Kantor/HP : (+62) 22[2502103] ext: 2205
E-mail : enny@chem.itb.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Ganesha No. 10 Bandung

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Monash University Dr. 1991
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1987
3. S1: Institut Teknologi Bandung S.Si. 1983

Penelaah 6

Nama Lengkap : Dr. Maria Paristiowati, S.Si., M.Si.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Jakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan Kimia
Telp Kantor/HP : 021-4896669
E-mail : maria.paristiowati@unj.ac.id
maria.Paristiowati@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun, Jakarta Timur

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Negeri Jakarta Dr. 2015
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 2001
3. S1: Institut Teknologi Bandung S.Si. 1996

Penelaah 7

Nama Lengkap : Dr. Ahmad Mudzakir, S.Pd., M.Si.
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Kimia
Telp Kantor/HP : 022-2000579/ 085221068479
E-mail : zakir66@upi.edu
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Otto-von-Guericke Universität Magdeburg Germany Dr. 2004
2. S2: Universitas Gadjah Mada Jogyakarta M.Si. 1997
3. S1: IKIP Bandung S.Pd. 1990

Profil Editor

Editor

Nama Lengkap : Basuki Hidayat, S.T.P., M.Si.
Perguruan Tinggi : (0272) 322441/081578711787
Bidang Keahlian : Editing buku-buku sains; Penerbitan buku
Telp Kantor/HP : -
E-mail : bustra2015@gmail.com

Alamat Kantor : Jalan Ki Hajar Dewantoro, Klaten

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2007-2015: GM Product Planning and Controlling PT Intan Pariwara
  2. 2015- sekarang: GM Business Strategic PT Intan Pariwara

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Program Studi Bioteknologi, Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2001-2004)
  2. S1: Jurusan Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (1988-1995)

- **Judul Buku yang pernah diedit:**
  1. Buku Siswa Tematik Terpadu Kurikulum 2013 Kelas IV SD/MI, Tema 5: Pahlawanku, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
  2. Buku Guru Tematik Terpadu Kurikulum 2013 Kelas IV SD/MI, Tema 5: Pahlawanku, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
  3. Buku Siswa Ilmu Pengetahuan Alam Kurikulum 2013 Kelas IX SMP/MTs, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
  4. Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kurikulum 2013 Kelas IX SMP/MTs, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

  Tidak ada

SISTEM PERIODIK
UNSUR-UNSUR KIMIA
Nomor atom — 1
1.00797 — Massa atom
Hidrogen — Nama
Lambang — H
Golongan
Periode
IA
II A
III B
IV B
V B
VI B
VII B
VIII B
I B
II B
III A
IV A
V A
VI A
VII A
VIII A
1 H
2 He
3 Li
4 Be
5 B
6 C
7 N
8 O
9 F
10 Ne
11 Na
12 Mg
13 Al
14 Si
15 P
16 S
17 Cl
18 Ar
19 K
20 Ca
21 Sc
22 Ti
23 V
24 Cr
25 Mn
26 Fe
27 Co
28 Ni
29 Cu
30 Zn
31 Ga
32 Ge
33 As
34 Se
35 Br
36 Kr
37 Rb
38 Sr
39 Y
40 Zr
41 Nb
42 Mo
43 Tc
44 Ru
45 Rh
46 Pd
47 Ag
48 Cd
49 In
50 Sn
51 Sb
52 Te
53 I
54 Xe
55 Cs
56 Ba
57 La
72 Hf
73 Ta
74 W
75 Re
76 Os
77 Ir
78 Pt
79 Au
80 Hg
81 Tl
82 Pb
83 Bi
84 Po
85 At
86 Rn
87 Fr
88 Ra
89 Ac
104 Rf
105 Db
106 Sg
107 Bh
108 Hs
109 Mt
110 Ds
111 Rg
112 Uub
113 Uut
114 Uuq
115 Uup
116 Uuh
117 Uus
118 Uuo
Logam Transisi Dalam
Lantanida
58 Ce
59 Pr
60 Nd
61 Pm
62 Sm
63 Eu
64 Gd
65 Tb
66 Dy
67 Ho
68 E
69 Tm
70 Yb
71 Lu
Aktinida
90 Th
91 Pa
92 U
93 Np
94 Pu
95 Am
96 Cm
97 Bk
98 Cf
99 Es
100 Fm
101 Md
102 No
103 Lr
Keterangan Warna
Biru muda = Padat
Oranye = Gas
Merah muda = Cair
Hijau = Unsur buatan